

Российская академия наук
Российская академия образования
Издательство «Просвещение»

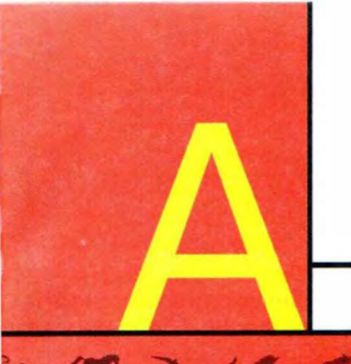
Академический школьный учебник

ЛИНИЯ ЖИЗНИ

БИОЛОГИЯ

8

ПРОСВЕЩЕНИЕ
ИЗДАТЕЛЬСТВО



Российская академия наук
Российская академия образования
Издательство «Просвещение»

Академический школьный учебник

ЛИНИЯ ЖИЗНИ

В. В. Пасечник А. А. Каменский Г. Г. Швецов



БИОЛОГИЯ 8 класс

Учебник для общеобразовательных учреждений

Под редакцией профессора
В. В. Пасечника

Допущено Министерством образования и науки Российской Федерации

Москва
«ПРОСВЕЩЕНИЕ»
2010

Дорогие друзья!

На этот раз вам предстоит познакомиться с удивительным миром организма человека. Вашим путеводителем в этом мире по-прежнему остаётся учебник.

- Текст учебника разделён на главы и параграфы. Нужный раздел учебника вы найдёте по оглавлению или по названию в верхней части страницы.
- Прочитайте название главы, вводный текст и информацию о том, что вы узнаете и чему научитесь. Это поможет вам понять, на какой материал нужно обратить особое внимание.
- Перед каждым параграфом помещены вопросы, предлагающие вам вспомнить изученный ранее материал, что позволит лучше понять и усвоить новый.
- Внимательно рассмотрите и изучите иллюстрации, прочитайте подписи к ним — это поможет вам лучше понять содержание текста.
- Ответьте на вопросы в конце параграфа. Они обозначены значком . Значком @ обозначены задания.
- Термины, которые нужно запомнить, напечатаны **жирным шрифтом**, а те, на которые необходимо обратить особое внимание, — *наклонным шрифтом.*
- В конце каждого параграфа отмечены значком и выделены шрифтом новые для вас понятия. Их нужно запомнить и уметь объяснить.
- Вопросы повышенной сложности, приведённые в рубрике ПОДУМАЙТЕ!, должны научить вас анализировать изученный материал.
- Необходимым условием успешного овладения знаниями является выполнение лабораторных работ. В учебнике они отмечены значком .
- На цветном фоне приведён дополнительный материал для углублённого изучения.
- В конце учебника помещён указатель терминов.

Желаем вам успехов в учёбе и новых открытий в интересном и разнообразном мире живой природы!

Авторы

Полезные советы

1. Готовьтесь к работе. Продумывайте, что вам может понадобиться, кроме учебника.

2. Читая параграф, обратите внимание на ключевые понятия и сведения, выделенные в тексте.

3. Подумайте, как можно связать материал параграфа с окружающей жизнью и вашим личным опытом.

4. Учитесь работать самостоятельно, начиная с постановки цели и планирования по шагам.

5. Консультируйтесь у учителя, если появляются затруднения. Обсуждайте проблемы с родителями и товарищами.

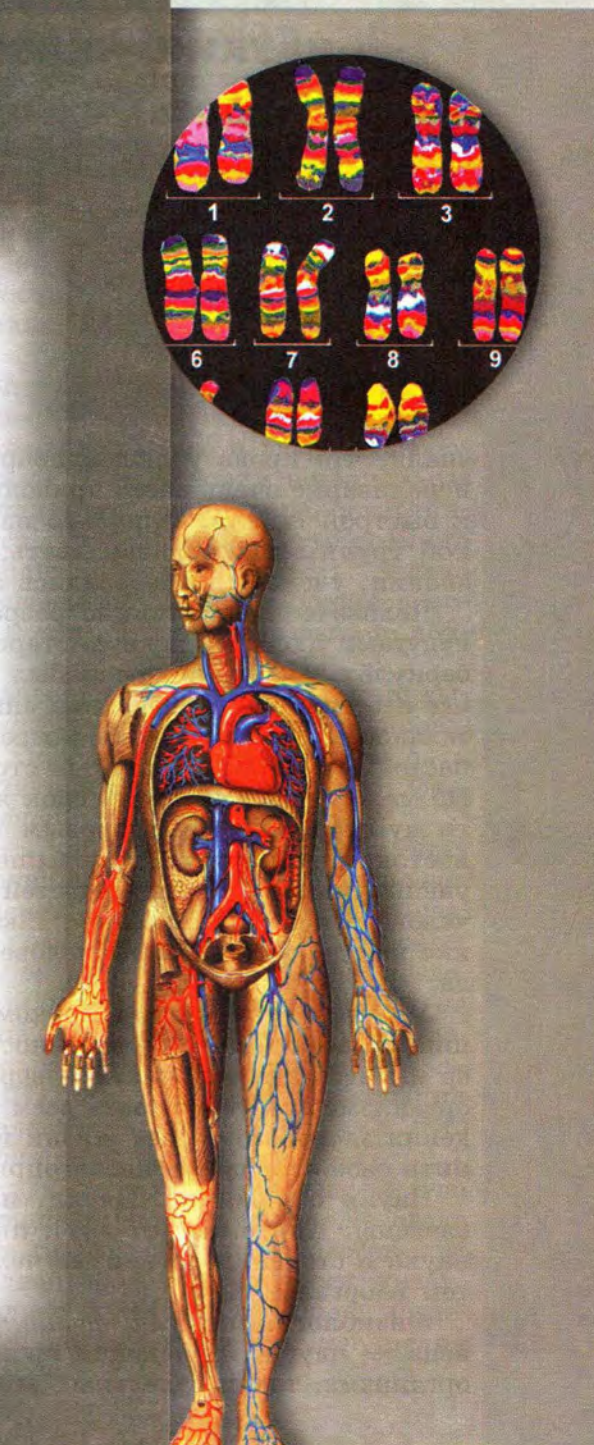
6. Делайте собственный конспект параграфа на бумаге или на компьютере в виде текста или красивой схемы. Конспект должен содержать главную идею, новые термины, основные мысли и выводы.

7. Ищите дополнительный материал, пользуясь библиотекой или ресурсами Интернета.

8. Помните, что многое зависит от вашего желания и настойчивости.

9. В своей работе используйте атлас С. В. Барабанова «Биология. Человек» (М.: Просвещение, 2007). Он обозначен значком 9.

Наука о человеке



Мы живём в мире, в котором люди гораздо больше знают о внутреннем устройстве автомобиля или компьютера, чем о том, что происходит внутри их собственного организма. Эта книга познакомит вас с внутренним строением и функциями различных частей тела человека. Она поможет вам узнать собственный организм.

ВЫ УЗНАЕТЕ

– о значении знаний о человеке для сохранения здоровья;
– о науках, занимающихся изучением человека, и их методах;
– о месте и роли человека в системе органического мира;
– о происхождении человека и основных этапах его эволюции.

ВЫ НАУЧИТЕСЬ

– характеризовать человека как биологический вид;
– распознавать основные расы человека.

§ 1. НАУКИ О ЧЕЛОВЕКЕ И ИХ МЕТОДЫ

ВСПОМНИТЕ

1. Какие биологические науки вы знаете? Что они изучают?
2. Какое значение для человека имеют биологические науки?
3. Могут ли названные вами науки изучать человека и почему?

Значение знаний о человеке. Для того чтобы прожить долгую и счастливую жизнь, человеку нужно очень хорошо знать строение своего организма и то, как он работает. Иначе своими непродуманными действиями люди будут вольно или невольно причинять вред своему здоровью, и даже жизни. Например, когда ещё не знали, что кровь у людей подразделяется на несколько групп, её переливание очень часто приводило человека вместо выздоровления к быстрой гибели. Теперь-то известно, какому человеку кровь какой группы можно переливать, но, для того чтобы получить эти знания, учёным потребовались столетия.

Человечество постоянно разрабатывает новые способы борьбы с недугами людей и даже со старостью. Ведь ещё в начале XX в. туберкулёз лёгких (чахотка) был смертельным заболеванием, а сейчас это тяжёлое заболевание вполне излечимо. Средняя продолжительность жизни в эпоху Возрождения не превышала 40 лет, а в настоящее время в развитых странах она достигает 70 лет и более. Но мало только продлить срок жизни. Хочется до глубокой старости чувствовать себя здоровым и активным, поэтому человечество постоянно стремится к повышению качества жизни. Вот почему учёные разных специальностей изучают строение и деятельность человеческого организма, а также стремятся понять, какое влияние на здоровье и жизнь человека оказывает окружающая его среда.

Успехи в этом очень нелёгком, но нужном деле достигнуты большие. Однако можно с уверенностью сказать, что очень многое о себе мы не знаем или знаем поверхностно. Но основы знаний о своём организме следует усвоить всем и каждому. Это необходимо для ведения здорового образа жизни и для того, чтобы знать, как сохранить своё здоровье в неблагоприятных условиях.

Науки о человеке. Науки, изучающие человека, тесно взаимосвязаны. **Анатомия** (от греч. *анатоме* — рассечение) **человека** — наука о строении организма человека, а также его отдельных систем и органов.

Физиология (от греч. *физис* — природа и *логос* — учение) **человека** — наука, изучающая процессы жизнедеятельности как всего организма, так и отдельных его систем и органов.

Психология (от греч. *психе* — душа и *логос*) — наука, изучающая душевную деятельность человека, или его психику. К ней относится то, как мы чувствуем окружающий нас мир, как мы думаем, как запоминаем, наши переживания, а также индивидуальные особенности каждого человека (черты его характера, жизненные интересы и т. д.).

Все перечисленные науки исторически развивались вместе и являются основой **медицины** (от лат. *медикус* — лечебный) — области науки и практической деятельности человека, направленной на сохранение и укрепление его здоровья, предупреждение и лечение болезней.

Основой современной профилактической медицины является **гигиена** (от греч. *гигиенос* — здоровье) — наука, изучающая влияние на здоровье человека условий жизни и труда и разрабатывающая меры профилактики заболеваний. Так, условия жизни и работы шофёра, водолаза, учителя, танкиста, ветеринара, нефтяника, банкира, музыканта различаются так сильно, что и требования к работе различных систем и органов трудно сравнивать. Задача гигиены — сохранить высокую трудоспособность и здоровье человека в самых различных условиях и ситуациях, в которых он должен жить и работать.

Методы изучения организма человека. Наряду с традиционными методами изучения анатомического строения организма человека, связанными с использованием хирургических инструментов и микроскопической техники, сегодня применяют также *рентгенографию* и *компьютерную томографию*.

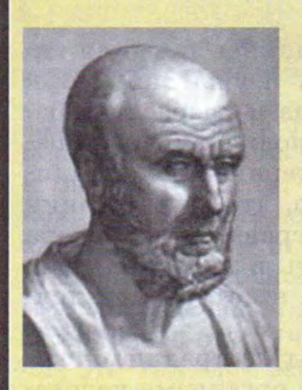
Основные методы физиологии — наблюдение и эксперимент. В последнее время не меньшее значение имеет метод *моделирования* — искусственного воспроизведения процессов с помощью различных технических средств или компьютерной техники. Современные *телеметрические* (от греч. *теле* — далеко) методы позволяют изучать функции организма или его отдельных органов на расстоянии, например работу сердца или дыхание. Одни исследования основаны на достижениях современной электроники (*ультразвуковые исследования*, или УЗИ), другие — на регистрации электрических явлений в сердце (электрокардиография, или ЭКГ) или в мозге (*электроэнцефалография*, или ЭЭГ).

Как мы видим, с развитием науки и техники всё большее значение приобретают методы, позволяющие изучать организм человека при его жизни, способствуя тем самым сохранению или восстановлению его **здоровья**, продлению средней продолжительности жизни.

Применение этих методов позволяет не только детально исследовать строение внутренних органов, но и обнаружить нарушения в их работе.

Моя лаборатория

Из истории развития наук о человеке. Устройство своего организма всегда интересовало людей. Ещё в глубокой древности появились трактаты, в которых описывалось строение человеческого тела. Но подходы к изучению строения человека у различных народов были не одинаковыми. Например, древние индусы представляли тело человека состоящим из 7 оболочек, 300 костей, 107 суставов, 3 жидкостей, 400 сосудов, 900 связок, 90 жил, 9 органов. А главным жизненным центром они считали пупок. Совсем по-другому описывали человеческий организм китайцы, выпустившие в свет самые первые книги по анатомии, физиологии и медицине. В их понимании тело человека является «семьёй», в которой центр жизни — сердце, печень — мать сердца, желудок и селезёнка — дети сердца. Душа человека живёт в печени и в ней же рождаются новые идеи. А вот мужество, храбрость поселились в желчном пузыре.


Гиппократ

Больших успехов достигли в понимании устройства человеческого организма древние греки. Великим учёным и врачом древности был грек **Гиппократ** (ок. 460 — ок. 370 до н. э.). Он создал учение о четырёх возможных типах телосложения и темперамента человека. Собрал в своих трудах имевшиеся к тому времени знания о строении организма человека. Гиппократ писал о том, что лечить надо не болезнь, а больного человека и при лечении врач не имеет права нанести вред здоровью своего пациента. Ведь недаром в наши дни все выпускники медицинских институтов торжественно дают клятву Гиппократа.


Клавдий Гален

Учеником и последователем Гиппократа считал себя великий римский врач **Клавдий Гален** (ок. 130 — ок. 200), много лет лечивший раненых гладиаторов и потому прекрасно разбиравшийся в строении организма человека. Он написал 83 труда по анатомии и медицине, и эти книги в течение почти полутора тысяч лет были авторитетным источником знаний для врачей, анатомов и фи-

зиологов. Гален стал основателем современной фармакологии — науки о лекарствах.


Абу Али ибн Сина

Великим учёным и врачом арабского мира был **Абу Али ибн Сина** (980—1037), или, как его называли в Европе, **Авиценна**. Его труды по медицине, фармакологии и физиологии были настольной книгой всех европейских врачей в течение многих столетий.

Первым физиологом справедливо считают англичанина **Уильяма Гарвея**, который доказал, что кровь в организме движется по двум замкнутым кругам, а центром кровообращения является сердце.

В развитие наук о человеке значительный вклад внесли отечественные учёные. Выдающийся врач **Николай Иванович Пирогов** внёс огромный вклад в развитие хирургии, основывающейся на анатомии. Он впервые применил эфир для наркоза, а йод и спирт — для предупреждения нагноения ран, использовал гипсовую повязку при переломах. Отцом русской физиологии по праву считают **Ивана Михайловича Сеченова.** Он является создателем естественно-научного направления в физиологии и автором работы «Рефлексы головного мозга».



1. Почему человеку необходимо изучать самого себя?
2. Какие науки о человеке вы знаете? Что они изучают?
3. Как, по вашему мнению, называется применение гигиенических знаний на практике?

@ Назовите и охарактеризуйте известные вам методы изучения организма человека.

Анатомия и физиология человека. Психология. Медицина. Гигиена. Здоровье.

ПОДУМАЙТЕ! Почему здоровье человека (по определению Всемирной организации здравоохранения) не только объективное (реальное) состояние, но и субъективное (личное) чувство полного физического, психического и социального комфорта?

§ 2. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРИРОДА ЧЕЛОВЕКА. РАСЫ ЧЕЛОВЕКА

ВСПОМНИТЕ

1. Как называется наука, изучающая систему органического мира?
2. Какие систематические категории вам известны?
3. С кем из известных вам животных человек имеет наибольшее сходство? В чём оно проявляется?

Человек как биологический вид. Занимаясь наукой, человек постоянно пытался определить своё место в системе органического мира. Изобретение светового микроскопа и использование его для изучения человека позволили сделать вывод о том, что его организм, так же как и организмы растений, грибов и животных, состоит из множества клеток. Их сходство по химическому составу, строению и процессам жизнедеятельности с клетками животных позволило утверждать, что человека следует отнести к царству животных.

Изучение сходства и различий человека с другими животными позволило установить, что он принадлежит к царству *Животные*, типу *Хордовые*, классу *Млекопитающие*, отряду *Приматы*, семейству *Гоминиды*, роду *Человек* и виду **Человек разумный** (*Homo sapiens*).

Сходство строения человека и животных. Общий план строения организма человека соответствует плану строения всех позвоночных животных. Опорой тела служит внутренний скелет — позвоночный столб, к которому присоединяются череп и кости поясов конечностей. Центральная нервная система состоит из спинного и головного мозга. У позвоночных животных замкнутая кровеносная система, состоящая из сердца, артерий, капилляров и вен. Тело покрыто кожей, состоящей из многих слоёв клеток.

Для человека как представителя млекопитающих характерны следующие признаки: кожа покрыта волосами; имеется четырёхкамерное сердце, снабжающее ткани артериальной кровью, которая не смешивается с венозной; лёгкие имеют альвеолярное строение, что сильно увеличивает дыхательную поверхность и обеспечивает усиленный газообмен.

Характерная биологическая черта большинства млекопитающих — живорождение. Зародыш практически всех млекопитающих связан с материнским организмом при помощи плаценты, а новорождённый детёныш питается молоком матери из молочных желёз.

Большинство млекопитающих имеют молочные и постоянные зубы, прорезывающиеся в определённом порядке и в определённые сроки. В центральной нервной системе млекопитающих значитель-

ного развития достигает головной мозг, особенно его высший отдел — кора больших полушарий.

Как и у всех приматов, верхняя губа у человека не прирастает к дёснам. Имеются щёки — приспособления для сосания молока. Носовые отверстия округлые. У человека и узконосых обезьян сходная зубная система: коренные зубы имеют широкие коронки, снабжённые несколькими бугорками.

Хватательные конечности приматов обладают большой подвижностью, причём большой палец противопоставлен остальным. Наличие ногтей, а не когтей — характерная особенность строения конечностей представителей отряда приматов. У человека, как и у всех приматов, глазницы обращены вперёд, зрение объёмное и цветное.

Отличия человека от животных. Переход предков человека к прямохождению обусловил ряд изменений в его скелете, мышцах, расположении внутренних органов (рис. 1).

Мозг человека, по сравнению с другими приматами, имеет бóльшую массу относительно общей массы тела. Мозговой отдел черепа человека преобладает над лицевым. Нижняя челюсть человека подковообразная, с выступающим подбородком, что связано с речевой деятельностью и развитием мускулатуры языка. Позвоночный столб человека имеет четыре характерных изгиба. У животных таких изгибов нет. Изгибы служат для сохранения человеком равновесия при прямохождении, а также для смягчения толчков при ходьбе, беге, прыжках.

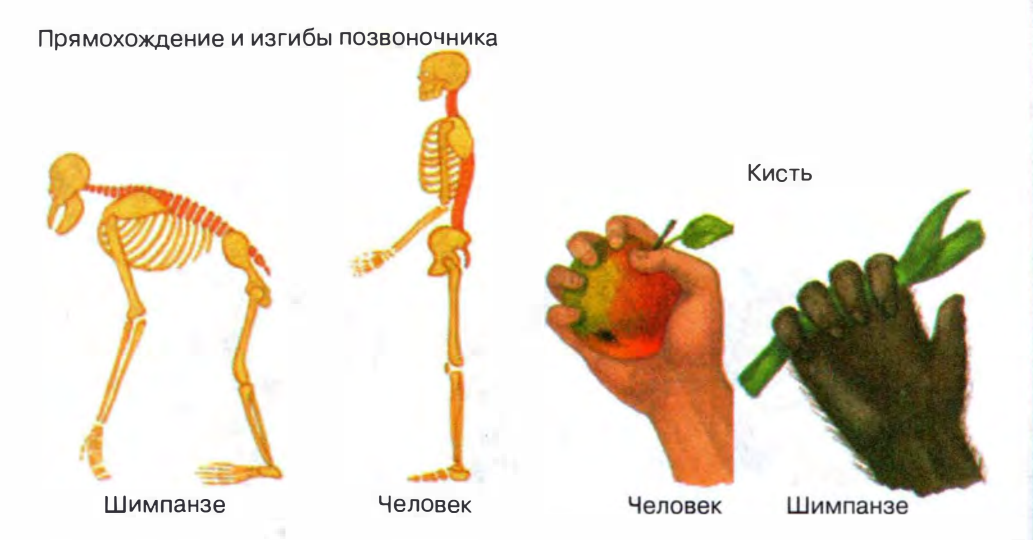


Рис. 1. Особенности тела человека

Мускулатура нижних конечностей человека в связи с прямохождением стала более мощной, а её костная основа — более массивной. Ноги человека длиннее, чем руки, которые не достигают в вытянутом положении колен. Ноги заканчиваются стопой в форме свода. Каждый палец на руке человека обладает значительно большей подвижностью, чем у обезьян. 59

Расы. Исторически сложившиеся группы людей, различающиеся некоторыми физическими (черты лица, цвет кожи, глаз, волос, форма волос и др.) и физиологическими признаками, называют *расами*. Для каждой расы характерно единство происхождения и формирования на определённой территории. В современном человечестве выделяют три основные расы: **европеоидную** (*евразийскую*), **монголоидную** (*азиатско-американскую*) и **экваториальную** (*австрало-негроидную*) (рис. 2). Между тремя основными группами рас существуют переходные расы. Иногда австралоидов и негроидов выделяют в отдельные расы.

Для описания расы выделяют признаки, наиболее характерные для большинства входящих в неё индивидуумов. Но поскольку в пределах каждой расы имеется огромное разнообразие наследственных признаков, то практически невозможно найти представителя, обладающего всеми признаками, присущими расе.

Расовые особенности наследственны, но в настоящее время они не имеют существенного значения для жизнедеятельности человека. По-видимому, в далёком прошлом расовые признаки были полезны для их обладателей: тёмная кожа негроидов и курчавые волосы, создающие вокруг головы воздушный слой, предохраняли организм от перегрева. Форма лицевого скелета монголоидов с более обширной носовой полостью, возможно, способствует обогреву холодного воздуха перед тем, как он попадает в лёгкие. По умственным способностям (способность к познанию, творчеству, труду) все расы одинаковы. Различия в уровне культуры связаны не с биологическими особенностями, а с социальными условиями развития общества.


Европеоидная


Монголоидная


Экваториальная

Рис. 2. Расы человека

Моя лаборатория

Учимся распознавать характерные черты основных рас человека. Для людей европеоидной расы характерны светлая кожа, прямые или волнистые, светло-русые или тёмно-русые волосы, серые, серо-зелёные, каре-зелёные или голубые широко открытые глаза, умеренно развитый подбородок, неширокий выступающий нос, нетолстые губы, хорошо развитый волосяной покров на лице у мужчин. Сейчас европеоиды живут на всех материках, но эта раса сформировалась в Европе и Передней Азии.

Монголоиды обладают жёлтой или жёлто-коричневой кожей. Для них характерны тёмные жёсткие прямые волосы, широкое уплощённое скуластое лицо, узкие и слегка раскосые карие глаза со складкой верхнего века во внутреннем углу глаза (эпикантусом), плоский и довольно широкий нос, редкая растительность на лице и теле. Эта раса преобладает в Азии, но в результате миграции её представители расселились по всему земному шару.

Негроиды темнокожи, для них характерны курчавые тёмные волосы, широкий и плоский нос, карие или чёрные глаза, редкая растительность на лице и теле. Классические негроиды живут в экваториальной Африке, но схожий тип людей встречается по всему экваториальному поясу. Австралоиды (коренные жители Австралии) почти так же темнокожи, как и негроиды, но для них характерны тёмные волнистые волосы, крупная голова и массивное лицо с очень широким и плоским носом, выступающий подбородок, значительный волосяной покров на лице и теле.



1. В чём проявляется сходство человека с животными?
2. В чём состоит отличие человека от животных?
3. Какие человеческие расы вам известны? Каковы их основные черты?

@ Охарактеризуйте человека как биологический вид.

Человек разумный. Расы человека: европеоидная, монголоидная и экваториальная.

ПОДУМАЙТЕ! Какие преимущества и какие проблемы, в том числе со здоровьем, появились у человека в связи с прямохождением?

§ 3. ПРОИСХОЖДЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ ЧЕЛОВЕКА. АТРОПОГЕНЕЗ

ВСПОМНИТЕ

1. Что такое эволюция органического мира?
2. Приведите известные вам примеры эволюции.
3. Что вам известно о происхождении человека?

Проблема происхождения человека всегда интересовала людей. У разных народов и племён существуют различные легенды, сказания, предания, объясняющие его происхождение. Религиозные учения также дают различные объяснения происхождению человека. Научное объяснение этой проблемы учёные смогли дать лишь на основе *теории эволюции*.

Изучением происхождения и эволюции человека занимается наука **антропология**. Именно она ищет ответы на вопросы, связанные с процессом формирования анатомического типа человека, развития его трудовой деятельности, речи, общественных отношений. Этот процесс называют **антропогенезом**.

В основе современных научных представлений о происхождении человека лежит концепция, в соответствии с которой человек вышел из мира животных. Широко распространено мнение, что человек произошёл от человекообразных обезьян. Это не совсем верно. Развитие человека и человекообразных обезьян — это не последовательные ступени, а параллельные ветви эволюции, расхождение между которыми с эволюционной точки зрения очень глубокое.

Находки антропологов свидетельствуют, что приматы появились приблизительно 70—60 млн лет назад в Африке. Их предками были примитивные насекомоядные животные. Поэтому современных ежей и землероек мы можем считать нашими далёкими родственниками.

Первым приматам приходилось соперничать за пищу и места обитания с грызунами. Поэтому приматы перешли к жизни на деревьях. Это и послужило толчком к развитию их характерных черт: пятипалой конечности, острого стереоскопического зрения, хорошо развитой ключицы, большого и сложного головного мозга. Многие миллионы лет наши предки жили на деревьях. Климат в то время был жарким и влажным.

Затем, около 25 млн лет назад, от общей исходной формы приматов разошлись две ветви эволюции, которые в дальнейшем развивались независимо друг от друга. Первая привела к появлению современных высших обезьян. Развитие второй в конечном счёте завершилось появлением человека современного анатомического типа.



Рис. 3. Основные стадии эволюции человека

Выделяют четыре стадии антропогенеза (рис. 3): предшественники человека, древнейшие люди, древние люди и ископаемые люди современного анатомического типа.

Предшественники человека, или **протоантропы**, жили 6—1 млн лет назад. Впервые их останки были обнаружены в Южной Африке. Во многом они были гораздо ближе к людям, чем любые человекообразные обезьяны. Наиболее существенные морфологические преобразования на данном этапе антропогенеза происходили в скелете и мускулатуре задних конечностей. Эти изменения были связаны с переходом к постоянному передвижению на двух ногах.

Предшественники человека добывали себе пищу собирательством и охотой. Вероятно, они достаточно часто употребляли мясную пищу, охотясь на различных животных с помощью камней и тяжёлых костей крупных копытных. Именно протоантропы стали использовать камни как первое метательное оружие. Позднее отдельные группы предшественников человека научились самостоятельно изготавливать простейшие орудия труда и использовать огонь. Это дало им заметное преимущество перед окружающими животными, и их численность стала возрастать. От них произошли предки современного человека — *древнейшие люди*, или **архантропы**. Увеличение объёма головного мозга и усложнение его структуры способствовали, по-видимому, появлению у архантропов членораздельной речи. Их поздние представители овладели высокой технологией обработки камней и изготовления из них разнообразных орудий.

Следующая стадия антропогенеза — *древние люди*, или **палеоантропы**. Остатки их скелетов впервые были найдены в долине реки Неандерталь в Германии, откуда и пошло другое название — *неандертальцы*. Они обитали на Земле в то время, когда наблюдалось значительное похолодание — ледниковый период, поэтому це-

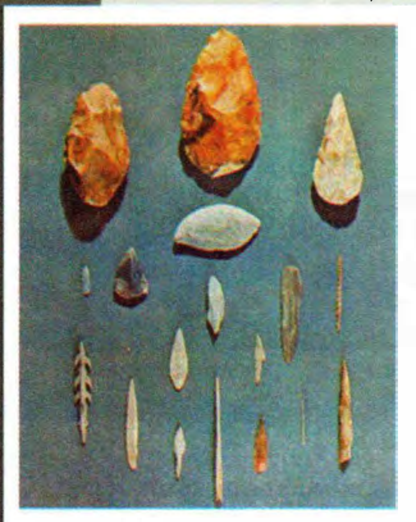


Рис. 4. Остатки первобытной культуры человека

лыми группами жили в пещерах, в которых постоянно поддерживали огонь. В целях защиты от холода древние люди стали изготавливать одежду из звериных шкур. Их орудия труда значительно превосходили по совершенству орудия труда архантропов (рис. 4).

Люди *современного анатомического типа*, или **неоантропы,** появились 60—50 тыс. лет назад и начали стремительно вытеснять древних людей, которым они значительно уступали по физической силе, но обладали и обладают более развитым головным мозгом. Их останки впервые были найдены в гроте Кроманьон во Франции, так появилось другое название — *кроманьонцы*. В целом они уже не имели существенных отличий от современных людей, принадлежащих к виду *человек разумный*. Со времени формирования человека современного типа его анатомические параметры почти не изменились. Биологическая эволюция человека сильно затормозилась, и на смену ей пришла **социальная эволюция.**

Влияние биологических и социальных факторов на эволюцию человека. Современный человек является не только биологическим существом, но и существом социальным — общественным. Благодаря значительным изменениям в строении тела и его функционировании человек смог приспособиться к систематическому труду с использованием изготовленных им самим орудий. Их применение позволило ему более эффективно воздействовать на окружающую среду и тем самым её изменять.

Существование в окружении других людей способствовало формированию у человека членораздельной речи, а затем и письма. Всё это позволило людям общаться и передавать накопленный опыт не только друг другу, но и из поколения в поколение.

Таким образом, для современного человека ведущими и определяющими стали общественно-трудовые отношения. Но это не означает, что возникновение социальной сферы отменило действие биологических факторов, оно лишь изменило их проявление.

Социальные изменения и успехи здравоохранения, связанные с улучшением жизни людей, непосредственно влияют на состояние их здоровья и, следовательно, на уменьшение зависимости человека от негативного влияния условий внешней среды.

Все свои индивидуальные особенности, приобретаемые и формируемые в процессе исторического развития, человек как биологический вид передаёт по наследству.

Моя лаборатория

Древнейшими общими предками человека и человекообразных обезьян принято считать *парапитеков* (от греч. *пара* — возле, около и *питекос* — обезьяна) — обезьян, которые вели как древесный, так и наземный образ жизни. От них произошла вымершая впоследствии сборная группа обезьян — *дриопитеки* (от греч. *дрис* — дерево). Учёные считают, что именно от какой-то группы дриопитеков около 8 млн лет назад начинается эволюционная линия гоминид (людей).

Наиболее ранними представителями семейства гоминид считаются *австралопитеки* (от лат. *австралис* — южный). Им было присуще прямохождение. Первыми представителями рода Человек, по мнению большинства специалистов, был прогрессивный вариант австралопитека — *человек умелый*. В морфологическом плане он незначительно отличался от австралопитеков, но способность к изготовлению примитивных орудий труда (*чопперов*) позволила ему преодолеть грань, отделявшую ископаемых человекообразных обезьян от древнейших людей (*архантропов*). Учёные считают, что все архантропы относились к одному виду — *человек прямоходящий*.

1. Что лежит в основе современных представлений об эволюции человека?
2. Какие стадии антропогенеза выделяют учёные?
3. Какие «общественные» животные вам известны? В чём заключается, на ваш взгляд, принципиальное отличие их поведения от поведения человека?
4. Какое значение для человека имело появление речи, а затем письма?

Антропология. Антропогенез Архантропы. Палеоантропы. Неоантропы. Социальная эволюция.

ПОДУМАЙТЕ! Стоит согласиться с выражением «Рука человека не только орудие труда, но и его продукт». Почему?

ВЫВОДЫ

Основы знаний о своём организме следует усвоить всем и каждому. Это необходимо для ведения здорового образа жизни и для того, чтобы знать, как сохранить своё здоровье в неблагоприятных условиях.

Науки, изучающие человека, — анатомия человека, физиология человека, психология, медицина, гигиена — тесно связаны друг с другом.

С развитием науки и техники наряду с традиционными методами изучения атомического строения организма человека всё большее значение приобретают методы, позволяющие изучать организм человека при его жизни (рентгенография, компьютерная томография, телеметрические методы, ультразвуковые исследования и др.). Это способствует сохранению или восстановлению здоровья, продлению средней продолжительности жизни человека.

Место человека в системе природы: царство Животные, тип Хордовые, класс Млекопитающие, отряд Приматы, семейство Гоминиды, род Человек и вид человек разумный.

Исторически сложившиеся группы людей, различающиеся некоторыми физическими и физиологическими признаками, называют расами. Выделяют три основные расы: европеоидную, монголоидную и экваториальную.

В основе современных научных представлений о происхождении человека лежит концепция, в соответствии с которой человек вышел из мира животных. Широко распространено мнение, что человек произошёл от человекообразных обезьян. Это не совсем верно. Развитие человека и человекообразных обезьян — это не последовательные ступени, а параллельные ветви эволюции, расхождение между которыми с эволюционной точки зрения очень глубокое.

Современный человек является не только биологическим существом, но и существом социальным — общественным. Благодаря значительным изменениям в строении тела и его функционировании человек смог приспособиться к систематическому труду с использованием изготовленных им самим орудий труда. Их применение позволило ему более эффективно воздействовать на окружающую среду и тем самым её изменять.

Общий обзор организма человека

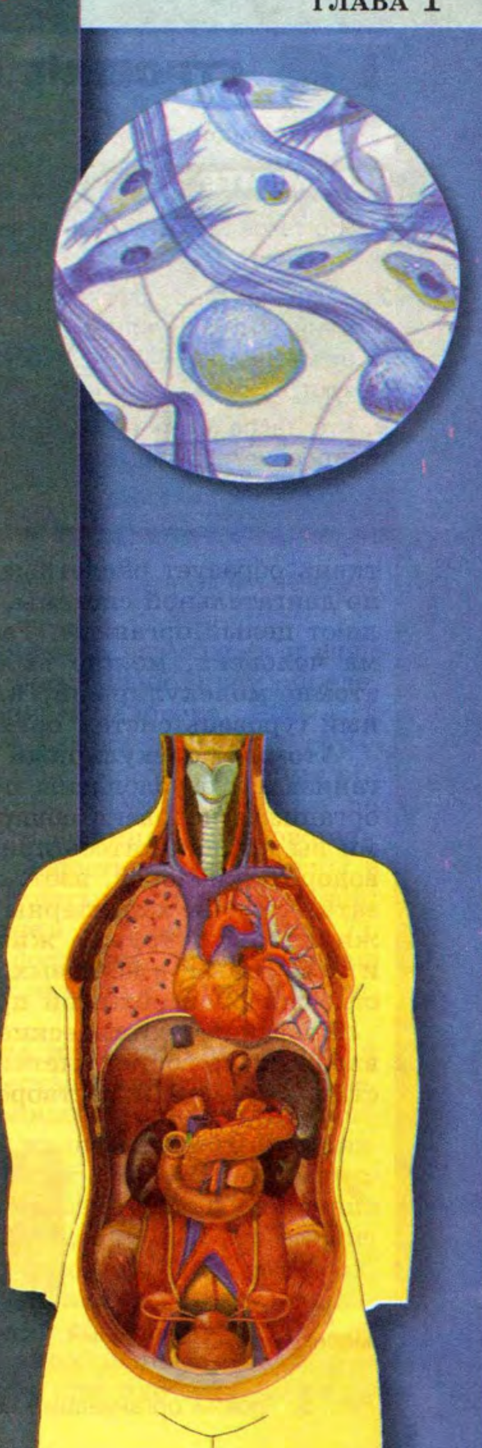
Для того чтобы уметь сохранять здоровье, физически и духовно развиваться, каждому человеку необходимо знать, как устроен его организм. Изучив эту главу, вы получите общие представления о собственном организме: его строении, основных процессах жизнедеятельности и их регуляции.

ВЫ УЗНАЕТЕ

– о строении клеток и тканей человека, их функциях;
– об органах и системах органов организма человека;
– об основных процессах жизнедеятельности организма человека;
– о механизмах нервно-гуморальной регуляции как основе жизнедеятельности организма.

ВЫ НАУЧИТЕСЬ

– характеризовать особенности строения организма человека на различных уровнях организации;
– определять основные ткани организма человека на предложенных микропрепаратах или их изображениях;
– проводить самонаблюдения некоторых рефлексов, характеризовать условия их проявления.



§ 4. СТРОЕНИЕ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА (1)

ВСПОМНИТЕ

1. Что такое вещество и физическое тело?
2. Какие частицы являются наименьшими единицами строения вещества и что они образуют?
3. Что такое клетка? Каково её строение? Какие вещества её образуют?

Уровни организации человека. Все живые и неживые объекты на Земле состоят из мельчайших частиц — атомов. Атомы объединяются в молекулы, из которых, в свою очередь, построены клетки. Клетки, которые вместе выполняют какие-либо функции в организме (например, обеспечивают движение), являются основой ткани. Ткани образуют органы, которые объединяются в системы органов. Например, мышечная ткань образует скелетные мышцы, которые входят в состав опорно-двигательной системы. А уж все вместе системы органов составляют целый организм. Таким образом, говоря о строении организма человека, можно выделить следующие **уровни организации:** атомно-молекулярный, клеточный, тканевый, органный, системный (уровень систем органов) и организменный (рис. 5).

Атомно-молекулярный уровень. Особенности данного уровня организации обусловлены прежде всего его химическим составом. В организме человека обнаружены химические элементы, с которыми вы познакомитесь при изучении химии. Среди них — углерод, водород, кислород, азот, сера, натрий, кальций и др. Нельзя сказать, что они характерны только для человека. Их можно обнаружить как в других живых организмах (растениях, животных и т. д.), так и в неживых объектах, что указывает на связь и единство живой и неживой природы.

Названные химические элементы образуют молекулы веществ, входящих в состав клетки. Среди них такие неорганические вещества, как вода и растворённые в ней соли, а также органические













Рис. 5. Уровни организации человека

вещества — белки, липиды (жиры), углеводы и нуклеиновые кислоты. Все эти вещества активно взаимодействуют друг с другом и выполняют свойственные им функции.

Клеточный уровень. Клетка — основа строения и жизнедеятельности организмов: растений, животных, грибов и др. Организм человека не является исключением. Его клетки имеют такой же план строения, как и животная клетка (рис. 6).



Рис. 6. Общий план строения клетки человека

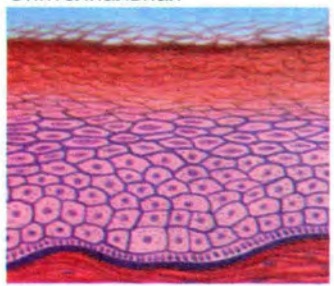
В состав организма человека входит огромное количество клеток. При этом все они различаются размерами и формой. Это объясняется тем, что каждая клетка выполняет определённые функции в многоклеточном организме человека. 9

Тканевый уровень. Как правило, одна клетка не может справиться с выполнением функции, необходимой многоклеточному организму. Её выполняют множество клеток. Клетки, сходные по строению, происхождению и выполняемым функциям, в совокупности с окружающим их **межклеточным веществом** объединены в группы, называемые **тканями**. Выделяют четыре группы тканей: **эпителиальная**, **соединительная**, **мышечная** и **нервная** (рис. 7). Все эти ткани выполняют определённые функции, обусловленные особенностями их строения, — защитную, опорную, питательную, транспортную, сократительную и др. 10

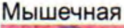
Эпителиальные ткани образованы тесно прилегающими друг к другу клетками, с незначительным количеством межклеточного вещества. Эти ткани входят в состав наружных и внутренних покровов. Кроме того, они образуют многие железы нашего организма. Основные функции эпителиальных тканей — *защитная* и *всасывающая*. Кроме того, эпителиальные ткани хорошо восстанавливаются (регенерируют). Например, каждый раз во время мытья с поверхности кожи удаляется несколько слоёв мёртвых, ороговевших клеток эпителия, которые заменяются клетками нижележащих слоёв. 11

Соединительные ткани образованы разнообразными по форме клетками и большим количеством жидкого или плотного межкле-

Эпителиальная



Мышечная





Соединительная



Нервная



Рис. 7. Ткани

точного вещества. К ним относятся: костная, хрящевая и жировая ткани, кровь, лимфа, дентин зубов. Основные функции соединительных тканей — *механическая* (*опорная*) и *защитная*. Жидкие соединительные ткани (особенно кровь) осуществляют *транспортную* функцию, обеспечивая перенос газов, питательных веществ и продуктов обмена веществ. 10

Мышечная ткань образована клетками, обладающими свойствами менять свои размеры — сокращаться. Различают три типа мышечной ткани: *поперечно-полосатую* (*скелетную*), *гладкую* и *сердечную*. Задача скелетных мышц — перемещение частей (рук, ног и т. д.) или всего тела в пространстве. Поперечно-полосатые мышечные клетки (волокна) очень тонкие и длинные, в них расположено множество ядер. Кроме того, они имеют регулярно чередующиеся светлые и тёмные полоски поперёк волокна, хорошо различимые под микроскопом. Похожее строение имеет сердечная мышца. Гладкие мышцы образованы маленькими одноядерными клетками, которые расположены пучками и не имеют поперечной исчерченности. 12

Нервная ткань образована двумя типами клеток: нервными (нейронами) и *глиальными*. Как вам уже известно, нейроны состоят из тела и отростков. 13 Между собой и с другими клетками

(чаще всего мышечными) нейроны сообщаются через особые контакты, которые называют синапсами. Клетки глии располагаются между нейронами, поддерживают их, защищают от вредных воздействий и снабжают питательными веществами. Без постоянной помощи глиальных клеток нейроны существовать не могут.

Моя лаборатория



Изучение микроскопического строения тканей организма человека

В процессе работы с каждым микропрепаратом обратите внимание не только на строение и количество клеток, образующих ткань, но и на состав и количество межклеточного вещества.

1. Подготовьте в тетради таблицу «Ткани организма человека».

2. Запишите в таблицу название ткани, указанное на микропрепарате.

3. Рассмотрите препарат при малом увеличении.

4. Переведите микроскоп на большое увеличение и снова рассмотрите препарат.

5. Запишите в таблицу характерные особенности строения ткани.

6. Зарисуйте микропрепарат.



1. Назовите основные уровни организации человека.
2. Что обусловливает особенности атомно-молекулярного уровня организации человека?
3. Что такое ткань? Какие группы тканей в организме человека вам известны?

@ Опишите общий план строения клетки человека и объясните, в чём заключается причина разнообразия форм и размеров различных специализированных клеток. Приведите примеры.

Уровни организации человека. Межклеточное вещество. Эпителиальная, мышечная, соединительная и нервная ткани.

ПОДУМАЙТЕ! Почему клетку считают основной структурной и функциональной единицей не только организма человека, но и всех других живых организмов?

§ 5. СТРОЕНИЕ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА (2)

ВСПОМНИТЕ

1. От чего зависит наличие различных органов у растений и животных?
2. Какие системы органов млекопитающих вам известны?

Органный уровень. Из тканей состоят органы. В образовании любого органа участвуют различные ткани, но только некоторые являются рабочими, обусловливая его строение и функции. Например, в состав стенки тонкого кишечника входят ткани всех известных вам групп (рис. 8), но главная — эпителиальная.

Орган — это часть тела, имеющая определённую форму, строение и расположение и приспособленная для выполнения специфической функции. Например, почки — это органы выделительной системы, которые обеспечивают выведение из организма излишков воды и некоторых вредных веществ. Различают *органы наружные* и *внутренние*, которые расположены в полостях тела (рис. 9). Каждый орган, являясь частью тела, вне организма работать не может.



Рис. 8. Ткани, образующие плёнку тонкого кишечника

Уровень систем органов. В организме человека выделяют те же **системы органов**, что и у млекопитающих: опорно-двигательную, дыхательную, кровеносную, пищеварительную, выделительную, эндокринную, нервную, органов размножения. Каждая система представляет собой группу органов, которые выполняют в организме какую-то общую функцию. Совокупность всех систем органов образует целостный организм. 3, 7

Организм человека. В теле человека различают осевую часть (голова, шея, туловище) и конечности (верхние — руки и нижние — ноги) (рис. 10).

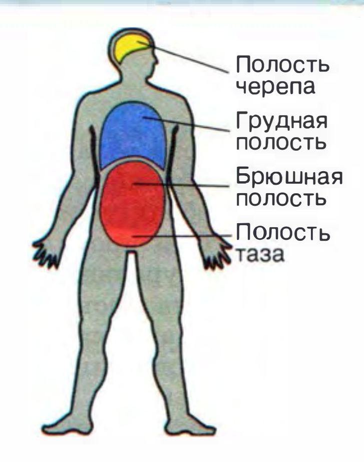
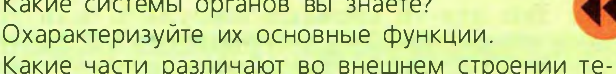


Рис. 9. Полости тела человека



Рис. 10. Внешнее строение тела человека

Благодаря согласованной работе всех систем органов организм человека всегда отвечает на изменения, которые происходят в нём самом и окружающей его среде. То есть вся работа систем органов постоянно направлена на достижение результата, полезного для всего организма. Для этого несколько систем органов временно объединяются в **функциональную систему**. Одной из таких систем обеспечивается, например, бег человека. При этом временно объединяется и согласуется работа органов опоры и движения, кровеносной, нервной, дыхательной, выделительной и других систем.



1. Какие системы органов вы знаете? Охарактеризуйте их основные функции.
2. Какие части различают во внешнем строении тела человека?
3. Что такое функциональные системы и какова их роль в жизнедеятельности человека?

@ Назовите известные вам органы человека и охарактеризуйте их местоположение в организме, используя имеющиеся наглядные пособия.

Органы. Полости тела. Системы органов. Функциональная система.

ПОДУМАЙТЕ! Почему нарушение работы какой-либо системы органов может привести к нарушению жизнедеятельности или даже гибели всего организма?

§ 6. РЕГУЛЯЦИЯ ПРОЦЕССОВ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

ВСПОМНИТЕ

1. Какие свойства живого вам известны?
2. Какие типы регуляции процессов жизнедеятельности у животных вам известны?

Организм человека обладает всеми свойствами и признаками, которыми должно обладать любое живое существо. Они проявляются у человека как на уровне целого организма, так и на уровне каждой его структуры, начиная с клетки, и связаны с основными процессами жизнедеятельности. Среди них такие процессы, как движение, обмен веществ, возбудимость, рост, развитие и размножение.

Важнейшим свойством любой живой системы является *саморегуляция*. У человека проявление данного свойства выражается в деятельности всех структур организма, направленной на поддержание относительного постоянства их состава, структуры и функционирования — **гомеостаза**. Именно на поддержание гомеостаза направлена согласованная работа функциональных систем организма человека в реальных изменяющихся условиях его жизни.

Регуляция жизнедеятельности. Согласованная работа организма управляется *нервной системой и железами внутренней секреции (гуморально)*. Они работают как единое целое — **нейрогуморальная регуляторная система**. В чём же разница между нервной и гуморальной регуляциями?

Нервная регуляция осуществляется очень быстро: к органу по нервным клеткам приходят электрические сигналы, называемые *нервными импульсами*. Вот эти-то нервные импульсы или усиливают работу органа, или тормозят её. Электрические сигналы распространяются по нервам с огромной скоростью (до 100 м/с), но действуют только в тот момент, когда подходят к органу, то есть их эффекты краткосрочны.

Гуморальная регуляция (от лат. *гумор* — жидкость) происходит при помощи особых веществ — *гормонов* (от греч. *хормао* — привожу в движение, возбуждаю), чаще всего выделяемых специальными железами. Эти вещества разносятся кровью по всему организму и способны, взаимодействуя с клетками различных органов, регулировать их работу. Конечно, на выработку этих веществ и их перенос с током крови требуется больше времени, чем на распространение нервных импульсов, поэтому гуморальная регуляция более медленная по сравнению с нервной. Но зато воздействие этих веществ на работу органов и тканей более продолжительно.



Рис. 11. Общая схема рефлекторной дуги

Нервная регуляция осуществляется в соответствии с *рефлекторным принципом*. **Рефлекс** — это ответная реакция организма на какое-либо воздействие, происходящая при участии нервной системы. Примером может служить отдёргивание руки от горячего предмета. Путь, по которому осуществляется рефлекс, называют **рефлекторной дугой** (рис. 11). Он представляет собой последовательно соединённую цепочку нервных клеток — нейронов: *чувствительных*, *вставочных* и *двигательных*. Для осуществления рефлекса необходима целостность рефлекторной дуги. Выключение её звена ведёт к исчезновению рефлекса.

Проявление рефлекса вызывается раздражением специальных нервных клеток — **рецепторов** и выражается в работе каких-либо исполнительных (рабочих) органов — **эффекторов**. Чаще всего это мышцы или железы.

Моя лаборатория

Проведите самонаблюдение

Исследуйте проявление простейших рефлексов у взрослого человека. Наиболее ярко наблюдаются следующие рефлексы: надбровный, мигательный и коленный. Для проведения исследования используйте неврологический молоточек (можно использовать молоточек из детского конструктора, покрытый тканью, или карандаш с закреплённым на его конце ластиком).

Надбровный рефлекс. Возникает при ударе неврологическим молоточком по краю надбровной дуги. В ходе исследова-

ния испытуемый сидит. Экспериментатор прикасается ластиком, закреплённым на конце карандаша, к краю надбровной дуги испытуемого. Ответная реакция — смыкание век.

Мигательный рефлекс. Работа проводится в парах. Испытуемый сидит. Экспериментатор делает хлопок перед лицом испытуемого. Ответная реакция — смыкание век. Мигательный рефлекс возникает также при осторожном прикосновении ваткой либо мягкой бумагой к роговице над радужной оболочкой.

Коленный рефлекс. Возникает при ударе молоточком по плотной связке надколенника ниже коленной чашечки. Для его определения испытуемому предлагают сесть на стул и положить ногу на ногу. Экспериментатор наносит лёгкий удар неврологическим молоточком по сухожилию четырёхглавой мышцы ноги. 19 Ответная реакция — сокращение мышцы бедра и разгибание голени. Повторите эксперимент с другой ногой и сравните рефлексы.

Все структуры рефлекторной дуги образованы возбудимыми клетками, способными изменять процессы своей жизнедеятельности под влиянием внешних или внутренних воздействий. Они осуществляют свои функции благодаря электрическим процессам, протекающим в них. Дело в том, что в обычном состоянии мембраны клеток изнутри заряжены отрицательно, а снаружи положительно. Разница зарядов на наружной и внутренней поверхности клеточной мембраны создаёт так называемый *потенциал покоя.* При воздействии на клетку раздражителя достаточной силы она возбуждается и переходит в состояние физиологической активности. При этом происходит смена зарядов на поверхностях клеточной мембраны и возникает *потенциал действия.* Этот электрический потенциал, возникающий сначала на небольшом участке клеточной мембраны, способен распространяться по всей поверхности клетки. Именно в этом состоянии нейроны начинают проводить нервные импульсы, мышечные клетки начинают сокращаться, а железистые осуществлять секрецию.

Возбудимые клетки рефлекторной дуги соединяются в цепочки благодаря особым информационным мембранным контактам — *синапсам.* 13 В настоящее время установлено, что проведение

возбуждения через синапс может иметь или химическую, или электрическую природу.

Гомеостаз и стресс. Организм человека, как и любого другого живого существа, представляет собой единое целое: все его системы и органы работают согласованно для поддержания гомеостаза. Представим себе, что человек сдаёт какой-то трудный экзамен. Естественно, он волнуется, желая сдать этот экзамен как можно лучше, и системы организма меняют свою работу. Такое состояние, когда организм напряжён, называют стрессом. Стресс может возникать по самым различным причинам: боль, радость, страх, физическая нагрузка и т. д. Однако в любом случае при стрессе усиливается кровоснабжение мышц (вдруг придётся убегать) и мозга (возможно, придётся решать трудные задачи), учащается дыхание (организму потребуется больше кислорода), ускоряются все процессы регуляции жизнедеятельности (нужно быстро реагировать на происходящее вокруг). А вот работа пищеварительной системы при стрессе тормозится, чтобы не мешать активной деятельности других систем.

Если же человек находится в состоянии покоя (смотрит телевизор, читает книгу или спит), то наблюдается обратная картина: давление крови снижается, частота сокращений сердца уменьшается, дыхание делается более редким, мышцы расслабляются. А вот процессы переваривания пищи в этот момент протекают активно, и усиливается прилив крови к желудку и кишечнику.



1. Охарактеризуйте проявление основных жизненных свойств у человека на клеточном и организменном уровне.
2. Что такое гомеостаз и что лежит в его основе?
3. В чём выражается нейрогуморальная регуляция процессов жизнедеятельности человека?

@ Подготовьте сообщение о рефлексах человека.

Гомеостаз. Нейрогуморальная регуляция. Рефлекс. Рефлекторная дуга. Рецептор. Эффектор.

ПОДУМАЙТЕ! Почему виды регуляции нельзя противопоставлять друг другу?

ВЫВОДЫ К ГЛАВЕ 1

В организме человека выделяют следующие уровни организации: атомно-молекулярный, клеточный, тканевый, органный, системный, организменный. Особенности строения организма человека на атомно-молекулярном уровне обусловлены его химическим составом. В организме человека обнаружены химические элементы, которые характерны не только для живых организмов, но и для неживых объектов, что указывает на связь и единство живой и неживой природы.

Клетка — основа строения и жизнедеятельности всех живых организмов, включая человека. Для клеток человека характерен общий план строения, свойственный животным клеткам. Клетки различаются размерами и формой, что связано с выполнением ими определённых функций.

Группы клеток, сходные по строению, происхождению и выполняемым функциям, в совокупности с окружающим их межклеточным веществом объединяют в группы — ткани. Выделяют четыре группы тканей: эпителиальную, соединительную, мышечную и нервную.

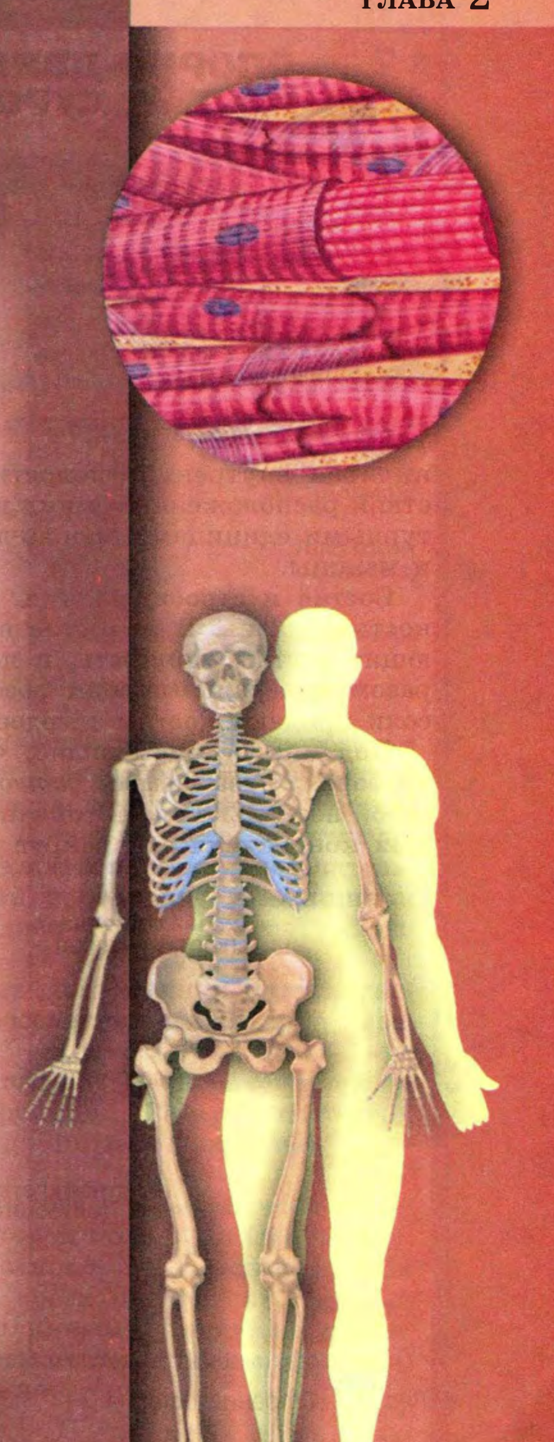
Из тканей состоят органы. Различают наружные и внутренние органы. Органы вне организма работать не могут.

В организме человека выделяют те же системы органов, что и у млекопитающих животных: опорно-двигательную, дыхательную, кровеносную, пищеварительную, выделительную, эндокринную, нервную, систему органов размножения. Совокупность всех систем органов образует целостный организм. Благодаря согласованной работе всех систем органов организм человека всегда отвечает на изменения, которые происходят в нём самом и окружающей его среде.

Организм человека обладает всеми свойствами и признаками, которыми должен обладать организм любого живого существа. Они проявляются у человека как на уровне целого организма, так и на уровне каждой его структуры.

Согласованная работа организма управляется нервно и гуморально, образуя единое целое — нейрогуморальную регуляторную систему.

Опора и движение



Важнейшим свойством объектов живой природы, в том числе и человека, является движение. О его проявлении мы судим по тем или иным перемещениям в пространстве. Осуществление движения тела невозможно без опоры, которая особенно важна для организма, обитающего в наземно-воздушной среде.

ВЫ УЗНАЕТЕ

— о составе, строении и функциях опорно-двигательной системы, её отдельных органов и тканей;
— о регуляции деятельности опорно-двигательной системы;
— о роли гладкой мускулатуры;
— о влиянии разных видов работы на утомление мышц и о значении физических упражнений для правильного развития опорно-двигательной системы;
— о нарушениях опорно-двигательной системы и их профилактике;
— как оказать доврачебную помощь себе и окружающим при травмах опорно-двигательной системы.

ВЫ НАУЧИТЕСЬ

— выявлять некоторые нарушения опорно-двигательной системы;
— распознавать на наглядных пособиях органы опорно-двигательной системы.

§ 7. ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА. СОСТАВ, СТРОЕНИЕ И РОСТ КОСТЕЙ

ВСПОМНИТЕ

1. Каковы особенности наземно-воздушной среды обитания? Сравните её с водной средой.
2. Какое строение имеет опорно-двигательная система у млекопитающих?

Опорно-двигательная система человека состоит из двух частей: *пассивной* (скелет) и *активной* (мышцы). 56 Она выполняет следующие основные функции: 1) опорная — поддержание всех других систем и органов, сохранение формы тела; 2) двигательная — передвижение в пространстве тела и его частей; 3) защитная — ограничивая внутренние полости, предохраняет от внешних воздействий расположенные в них внутренние органы. Основными структурными единицами опорно-двигательной системы являются кости и мышцы.

Состав и строение кости. Структурной основой кости является костная ткань. В её состав входят органические вещества, придающие костям упругость, и неорганические вещества, главным образом минеральные соли фосфора, кальция, магния. Минеральные соли придают костям твёрдость.

Под микроскопом видно, что кость состоит из огромного числа трубочек, называемых *остеонами* (рис. 12). Остеон представляет собой несколько слоёв тончайших костных пластинок, расположенных концентрически вокруг канала, по которому проходят кровеносные сосуды, питающие остеон, и нервные волокна. Между костными пластинками расположены костные клетки — *остеоциты* — с многочисленными отростками. Если костные трубочки уложены в кости плотно, то образуется так называемое *компактное вещество кости*, а если рыхло, то *губчатое вещество кости*.



Рис. 12. Строение остеона

Рассмотрим в качестве примера строение бедренной кости (рис. 13). Среднюю часть кости называют **диафизом**, а концевые суставные головки — **эпифизами**. Внутри диафиза находится канал, наполненный *жёлтым*

костным мозгом. Поэтому такую кость, как бедренная, называют трубчатой. Диафиз образован компактным веществом и покрыт снаружи особой оболочкой из соединительной ткани — **надкостницей**. В ней проходит большое количество кровеносных сосудов и расположено множество нервных окончаний. Эпифизы бедренной кости образованы губчатым веществом, промежутки между которым заполнены *красным костным мозгом*. Снаружи эпифизы покрыты очень прочным и гладким гиалиновым хрящом толщиной около 0,5 мм. Этот хрящ сводит к минимуму трение между костями в суставах.

Рис. 13. Строение трубчатой кости

Рост костей. У детей кости в значительной степени состоят из хрящевой ткани, а с возрастом постепенно происходит их окостенение. В последнюю очередь происходит замена хряща на кость в области *шеек* длинных костей, то есть между диафизом и эпифизами. В этих областях клетки делятся, за счёт чего и происходит рост костей в длину. Окончательное окостенение шеек длинных костей происходит у женщин к 16—18 годам, а у мужчин немного позднее — к 20—22 годам. После этого рост костей прекращается.

Рост кости в толщину происходит за счёт деления клеток надкостницы. Кроме того, надкостница обеспечивает срастание переломов кости.

Виды костей. В основу классификации костей положены следующие принципы: форма (строение) и функции. Различают трубчатые (длинные и короткие), губчатые (длинные и короткие), плоские и смешанные кости (рис. 14).

Трубчатые кости построены из губчатого и компактного вещества, образующего трубку с костномозговой полостью. Они выполняют все три функции скелета (опора, защита и движение). Из них *длинные трубчатые кости* (плечо и кости предплечья, бедро и кости голени) являются стойками и длинными рычагами движения; *короткие трубчатые кости* (кости пясти, плюсны, фаланги) представляют короткие рычаги движения.



Рис. 14. Виды костей

Губчатые кости построены преимущественно из губчатого вещества, покрытого тонким слоем компактного. Среди них различают *длинные губчатые кости* (рёбра и грудина) и *короткие* (кости запястья, предплюсны).

Плоские кости построены из двух пластинок компактного костного вещества, между которыми расположено губчатое вещество кости. Различают *плоские кости черепа* (лобная и теменные), которые выполняют преимущественно защитную функцию, и *плоские кости поясов* (лопатка, тазовые кости), которые выполняют функции опоры и защиты.

Смешанные кости имеют сложную форму. Они состоят из нескольких частей, имеющих различное строение и происхождение (кости основания черепа, позвонки).

Свойства костей. Важнейшими свойствами костей человека являются: твёрдость, прочность и эластичность, которые обусловлены особенностями их состава и строения. Твёрдость костей приближается к стали! Не случайно наши предки использовали костный материал, полученный от животных, для изготовления простейших орудий труда, наконечников стрел и гарпунов. Прочность позволяет костям выдерживать огромные нагрузки. Например, установлено, что бедренная кость способна выдержать нагрузку в 1,5 т. Не меньшее значение имеет и эластичность костей. Именно это свойство позволяет защитить организм от повреждений, вызванных повышенной нагрузкой на опорно-двигательную систему. Особое значение в придании костям эластичности имеет надкостница.

Моя лаборатория

Если прокаливанием удалить из кости органические вещества (коллаген), то она останется очень твёрдой, но станет хрупкой и даже при слабом ударе разлетится на осколки. Если же вымочить кость в кислоте и растворить содержащиеся в ней минеральные соли, то кость потеряет свою твёрдость и сделается такой гибкой,

что её можно будет завязать в узел. В костях детей много органических веществ, и кости детей более упруги, чем кости взрослого человека. Наиболее прочны кости у людей в возрасте 20—40 лет. У пожилых людей из-за нарушений минерального обмена кости становятся хрупкими.

Изучение микроскопического строения кости

1. Рассмотрите препарат при малом увеличении микроскопа. Сравните увиденное с рисунком 15.

2. Обратите внимание на упорядоченное расположение костных пластинок.

3. Зарисуйте увиденное и сделайте соответствующие обозначения.

4. Сделайте вывод о микроскопическом строении кости.

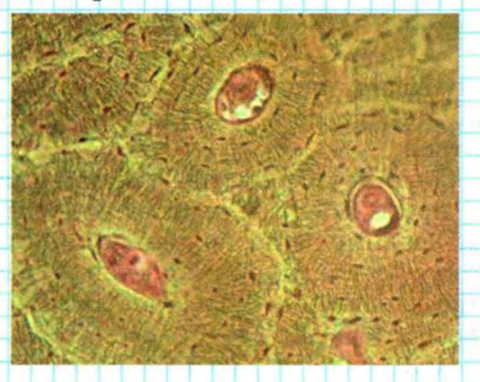


Рис. 15. Микроскопическое строение кости



1. Какое значение имеет опорно-двигательная система?
2. Какое строение имеет костная ткань?
3. Какое строение имеет трубчатая кость?
4. Какие виды костей вам известны и каково значение такого многообразия?
5. Благодаря каким структурам происходит рост кости в длину и толщину?

Диафиз. Эпифиз. Надкостница. Кости: трубчатые, губчатые, плоские, смешанные.

ПОДУМАЙТЕ! Какие именно особенности состава и строения костей обеспечивают их гибкость, прочность и относительную лёгкость?

§ 8. СКЕЛЕТ ЧЕЛОВЕКА. СОЕДИНЕНИЕ КОСТЕЙ. СКЕЛЕТ ГОЛОВЫ

ВСПОМНИТЕ

1. Какое строение имеет скелет млекопитающих?
2. Каковы особенности строения опорно-двигательной системы человека?

Скелет человека состоит из костей и соединяющих их связок — хрящей. В нём различают несколько отделов: скелет головы, скелет туловища и скелет конечностей (рис. 16). По весу скелет среднего человека составляет приблизительно 15% от массы тела. Всего в скелете человека насчитывают около 200 костей, но их точное число указать нельзя, так как у разных людей (в некоторых отделах) оно может различаться.

Соединения костей. Соединения нужны либо для того, чтобы одни кости могли двигаться относительно других, либо для того, чтобы соединить несколько костей в одно прочное образование. Поэтому-то соединения костей и бывают различными: *подвижными* (прерывными), *полуподвижными* и *неподвижными* (непрерывными). 58

Подвижными соединениями являются **суставы.** Они бывают различной формы. Чаще всего сустав состоит из суставных поверхностей костей, покрытых гиалиновым хрящом, причём эти поверхности по форме строго соответствуют друг другу. Место контакта костей прикрыто прочной оболочкой из соединительной ткани — *суставной сумкой*, образующей герметичную *суставную полость*. В суставной полости находится особая жидкость, необходимая для уменьшения трения в суставе (рис. 17).

Неподвижные соединения характерны, например, для соединения костей мозговой части черепа. При этом небольшие выступы одной кости заходят в выемки другой кости. Получающийся при этом шов очень прочен, прочнее окружающих его костей.

Промежуточной формой сочленения костей является полуподвижное соединение. В этом случае кости соединены между собой через упругие хрящевые прокладки. К полуподвижным соединениям относят соединения между многими позвонками, со-

Рис. 17. Строение коленного сустава

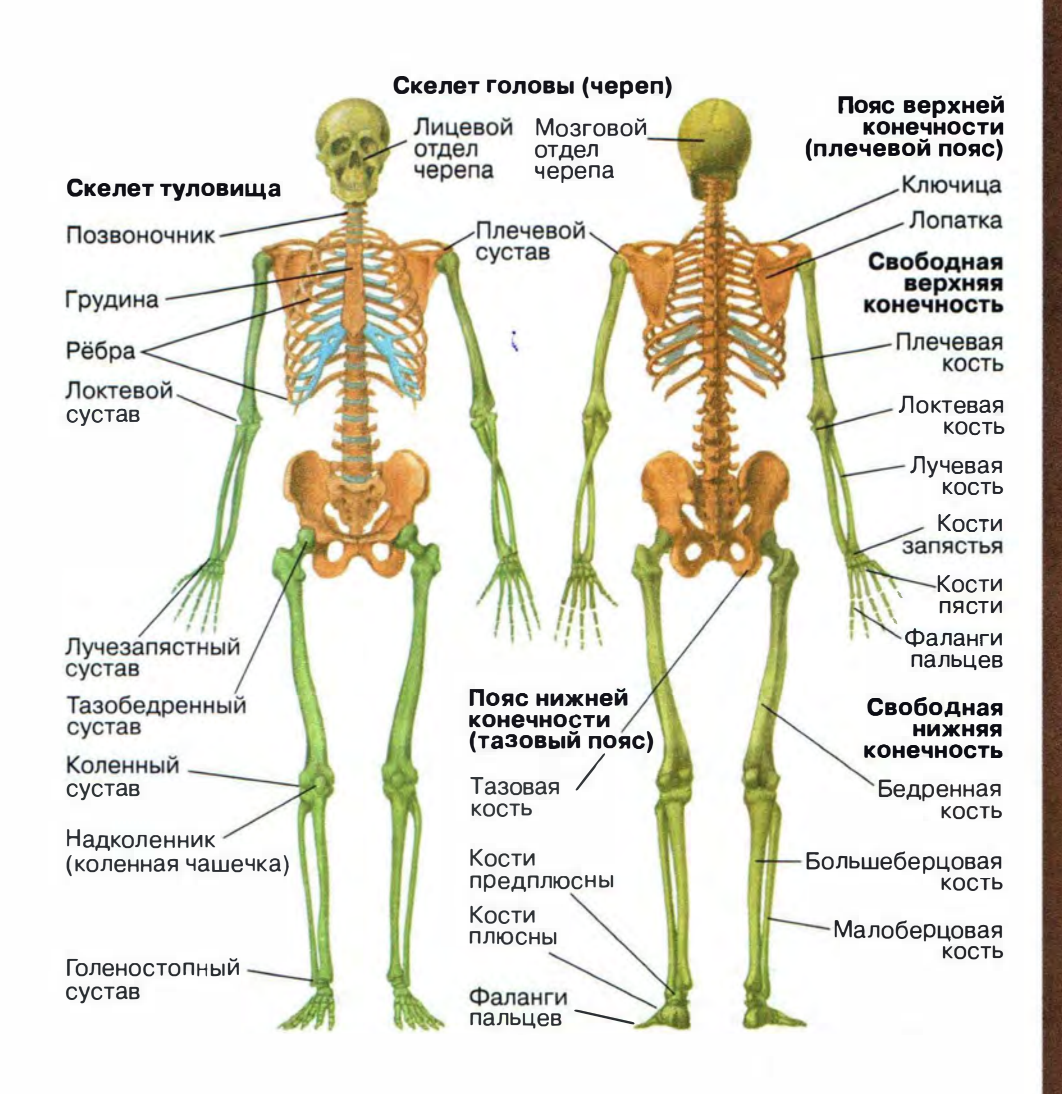


Рис. 16. Скелет человека



Рис. 18. Строение скелета головы

единения рёбер с грудиной и грудными позвонками.

Скелет головы называют черепом (рис. 18). Череп определяет форму головы, предохраняет от повреждений головной мозг, органы зрения, слуха и обоняния. Всего череп включает в себя 23—25 костей. Череп подразделяют на мозговой и лицевой отделы. Мозговой отдел черепа образован неподвижно соединёнными костями: **лобной**, двумя **теменными**, двумя **височными**, **затылочной**, **клиновидной** и **решётчатой**. Эти кости образуют вместительную полость черепа, в которой расположен головной мозг. 61

Кости мозгового отдела пронизаны многочисленными отверстиями, через которые проходят кровеносные сосуды и нервы. Самое крупное отверстие расположено в затылочной кости. Через него спинной мозг сообщается с головным. Большие полости имеются в височных костях, в них расположены органы слуха и равновесия.

Лицевой отдел черепа образован многочисленными парными и непарными костями. Все они соединены между собой неподвижно, исключение составляет *нижняя челюсть*. Она может двигаться и вверх-вниз, и вправо-влево.

Моя лаборатория

Соединительные ткани и их функции. Как вы уже знаете, все соединительные ткани образованы клетками и большим количеством межклеточного вещества. Эта группа тканей очень разнообразна. К ней относятся кость, хрящ, лимфа, жировая ткань, дентин зубов. Соединительная ткань выполняет ряд функций.

1. *Механическая функция* заключается в том, что кости, хрящи, связки и сухожилия дают опору всему организму.

2. *Соединительная функция* заключается в том, что кровь и лимфа, непрерывно передвигаясь по организму и перенося различные вещества, соединяют все органы и ткани в единое целое.

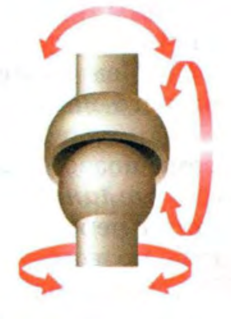
3. *Защитная функция* заключается в том, что именно клетки соединительной ткани обеспечивают *иммунитет*, то есть защи-

щают организм от болезнетворных микроорганизмов. Кроме того, соединительная ткань участвует в заживлении ран и регенерации повреждённых органов. Возникающие на месте пореза рубцы образованы соединительной тканью.

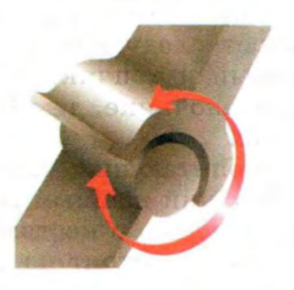
4. *Кроветворная функция* определяется тем, что клетки крови созревают в красном костном мозге и лимфатических узлах, то есть в органах, образованных соединительной тканью.

В основу классификации суставов положены следующие принципы: строение суставных поверхностей (простые, сложные и др.), их форма и функция. Степень подвижности костей в том или ином суставе зависит от особенностей его строения и прежде всего от формы суставных поверхностей. По форме различают суставы шаровидные (сферические), эллипсоидные, блоковидные, мыщелковые, цилиндрические, седловидные и плоские.

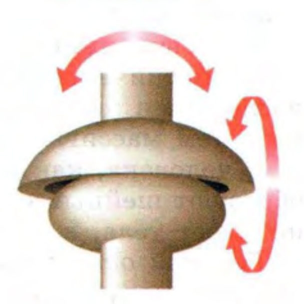
Сферический



Цилиндрический



Эллипсоидный



1. Каков состав скелета человека?
2. Каково главное значение костей черепа?
3. В чём заключается главное отличие нижней челюсти от остальных костей лицевого отдела скелета головы?

@ Охарактеризуйте известные вам типы соединения между костями. Приведите соответствующие примеры.

Сустав.
Кости черепа: лобная, теменные, височные, затылочная, клиновидная и решётчатая.

ПОДУМАЙТЕ! Почему у человека мозговой отдел черепа преобладает над лицевым отделом?

§ 9. СКЕЛЕТ ТУЛОВИЩА. СКЕЛЕТ КОНЕЧНОСТЕЙ И ИХ ПОЯСОВ

ВСПОМНИТЕ

1. Какое значение имеют полости тела?
2. Какое значение имеют естественные изгибы позвоночника?

Основой скелета туловища является позвоночный столб, или *позвоночник*. Он состоит из 33—34 позвонков. Позвонок состоит из тела и отростков (рис. 19). Дуги позвонков замыкают позвоночные отверстия, которые, располагаясь друг над другом, образуют полость — позвоночный канал. В нём проходит спинной мозг. Тела позвонков полуподвижно соединены между собой через хрящевые межпозвоночные диски и удерживаются при помощи многочисленных связок. 60 Благодаря такому соединению бóльшая часть позвоночника является упругой и гибкой. Так как хрящевые диски могут сжиматься, то к вечеру рост человека уменьшается на 1—2 см, а при больших физических нагрузках даже больше. Однако за ночь позвоночник человека восстанавливается до прежней длины.

В позвоночнике выделяют следующие отделы: шейный, грудной, поясничный, крестцовый и копчиковый (рис. 20). Чем ниже расположен позвонок в позвоночнике, тем больше на него нагрузка и тем массивнее его тело.

У человека, как и у млекопитающих животных, семь позвонков образуют шейный отдел. Верхний шейный позвонок — *атлант* — не имеет тела, а его дуги срослись с костями основания черепа.

Грудной отдел позвоночника состоит из 12 грудных позвонков, которые полуподвижно соединены с 12 парами рёбер. Семь верхних рёбер также полуподвижно соединены с грудной костью, или *грудиной*. VIII, IX и X рёбра через хрящи соединены с вышележащими рёбрами. Передние концы XI и XII рёбер свободно заканчиваются в мышцах. Грудина состоит из рукоятки, к которой присоединяются ключицы, тела, к которому присоединяется I—VII пары грудных рёбер, и мечевидного отростка. Грудные позвонки, рёбра и грудина образуют **грудную клетку** (см. рис. 20), в полости которой расположены

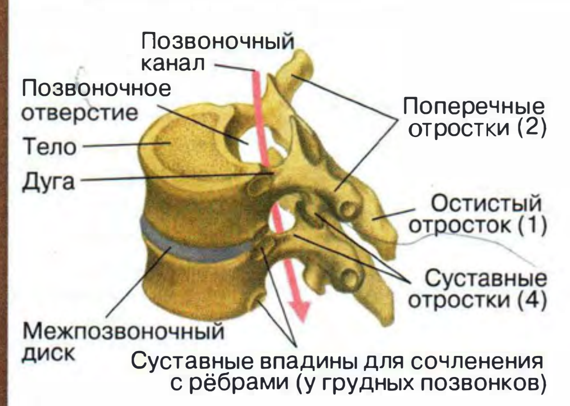


Рис. 19. Строение позвонка

сердце, лёгкие, трахея и пищевод. Благодаря движениям грудной клетки осуществляется внешнее дыхание.

Поясничный отдел позвоночника образован пятью массивными поясничными позвонками.

Все пять *крестцовых позвонков* срастаются в единый **крестец,** прочно соединённый с тазовыми костями. Такая мощная конструкция образовалась для того, чтобы обеспечить опору телу при переходе к прямохождению, и характерна только для человека. Окончательное срастание крестцовых позвонков происходит обычно к 18—20 годам. Верхушка крестца соединяется с копчиком.

Копчиковый отдел позвоночника у человека образован 4—5 маленькими сросшимися позвонками.

Как вам уже известно, в связи с переходом людей к прямохождению в позвоночнике образовались четыре изгиба, два из которых направлены выпуклостью вперёд: шейный и поясничный *лордозы*, а другие два направлены выпуклостью назад: грудной и крестцово-копчиковый *кифозы*. Благодаря этим изгибам обеспечивается надёжная амортизация головного мозга при ходьбе, беге, прыжках (см. рис. 20).

Скелет конечностей и их поясов. Скелет *плечевого пояса* нужен для соединения скелета руки с остальным скелетом. В его состав входят две *лопатки* и две *ключицы* (см. рис. 16). Лопатки —



Рис. 20. Строение позвоночника и его изгибы

плоские треугольные кости, расположенные на задней стороне грудной клетки и соединённые с ней только посредством мышц. Ключицы — S-образные кости, соединённые с грудиной и лопаткой. Скелет *свободной верхней конечности* образован *плечевой костью*, *костями предплечья* (*локтевой* и *лучевой*) и *костями кисти*. 58–59 Скелет кисти образован восемью костями *запястья* (у взрослого человека две кости срастаются и остаётся семь), расположенными в два ряда, пятью костями пясти и фалангами пальцев (в большом пальце две фаланги, а в остальных по три).

Скелет *тазового пояса* служит для соединения скелета ноги с позвоночником. Тазовый пояс образуется за счёт срастания двух *подвздошных*, двух *седалищных* и двух *лобковых* костей. В месте соединения этих костей находится вертлужная впадина, в которую входит головка бедренной кости (см. рис. 16). Тазовые кости соединяются с крестцом в очень прочную конструкцию — таз. Он представляет собой костное кольцо, внутри которого находится полость. На таз опирается позвоночный столб, а образующие его плоские кости поддерживают и защищают внутренние органы, расположенные в брюшной полости.

Скелет *свободной нижней конечности* образован *бедренной костью*, *костями голени* (*большая* и *малая берцовая*) и *костями стопы*. Стопа состоит из семи костей *предплюсны* (самая крупная из которых — пяточная), пяти костей *плюсны* и фаланг пальцев (в большом пальце две и по три в остальных). У человека стопа сводчатая, чтобы смягчать толчки, возникающие при ходьбе, беге и прыжках, что является ещё одним приспособлением к прямохождению.

Формирование изгибов позвоночника у человека происходит постепенно в течение первого года жизни (рис. 21).

Позвоночник новорождённого имеет только два изгиба — грудной и крестцовый кифозы, которые называют первичными. Шейный и поясничный лордозы развиваются позднее и называются вторичными. Изгиб шейного отдела развивается у ребёнка примерно к 1,5 месяцам, когда начинают формироваться мышцы шеи и ребёнок, лёжа на животе, начинает поднимать голову. Изгиб поясничного отдела появляется, когда ребёнок начинает сидеть и ползать.

Формирование изгибов позвоночника зависит от особенностей ухода за ребёнком. Если родители носят ребёнка на руках в правильном положении, изгибы его позвоночника будут формироваться своевременно и правильно. Если же они носят ребёнка, неравномерно распределяя нагрузку на его неокрепший позвоночник, слишком рано начинают его сажать или просто перевозят в сидячем положении в коляске, то это неизбежно приведёт к нарушениям нормального процесса формирования изгибов позвоночного столба.

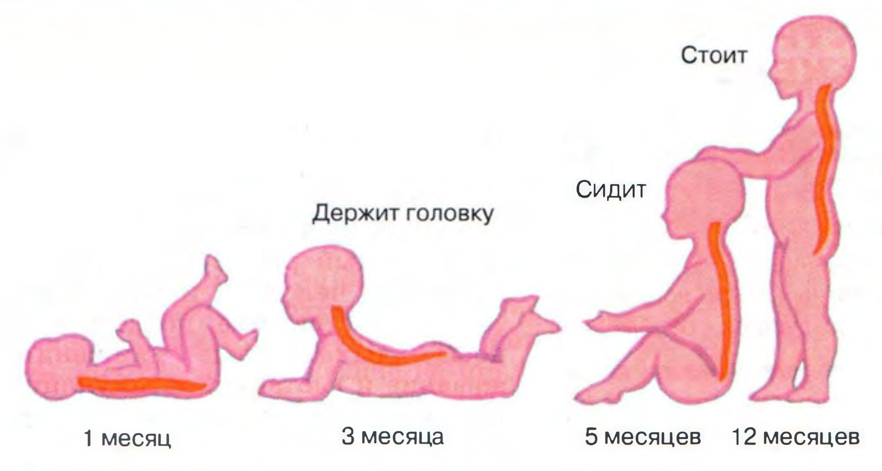


Рис. 21. Формирование изгибов позвоночника

Моя лаборатория

Иногда у человека можно обнаружить *атавизм*. Так называют врождённый возврат к признакам предков. Например, у некоторых новорождённых детей встречается увеличение числа копчиковых позвонков, то есть хвост! Это и есть атавизм, проявляющийся в анатомическом строении опорно-двигательной системы.

1. Какое строение имеют позвонки человека?
2. Какие особенности состава и строения позвоночника обеспечивают упругость и гибкость тела человека?
3. Что такое грудная клетка и каковы её функции?
4. Какое значение для человека имеет массивность крестца и костей тазового пояса?



Грудная клетка. Крестец. Таз.

ПОДУМАЙТЕ! Почему у млекопитающих животных, в отличие от человека, при родах не возникает проблем, связанных со строением скелета? Что помогает человеку решить эти проблемы?

§ 10. СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ

ВСПОМНИТЕ

1. Каковы особенности строения мышечных тканей?
2. Какое значение имеют мышцы для животных, обитающих в наземно-воздушной среде?

Мышцы, соединённые с костями скелета, называют *поперечно-полосатыми* или *скелетной мускулатурой*. Они выполняют в организме целый ряд функций: передвижение человека и частей его тела в пространстве, поддержание позы, дыхательные движения, жевание и глотание, артикуляция и мимика, защита внутренних органов. 62

В теле человека различные исследователи насчитывают от 400 до 600 мышц. По массе они составляют от 35 до 50% у тренированных спортсменов.

Строение скелетных мышц. Структурной основой скелетных мышц является поперечно-полосатая мышечная ткань 12, которая состоит из многоядерных клеток, имеющих вид поперечно исчерченных волокон, способных к изменению своей длины, то есть к сокращению. Именно эта ткань образует часть мышцы, называемую **брюшко** (рис. 22). Волокна собраны в пучки, каждый пучок покрыт оболочкой из соединительной ткани. Пучки, в свою очередь, собраны в скелетную мышцу и тоже покрыты общей соединительно-тканной оболочкой — **фасцией**. На концах мышц эта оболочка утолщается и превращается в **сухожилия**, которые при-

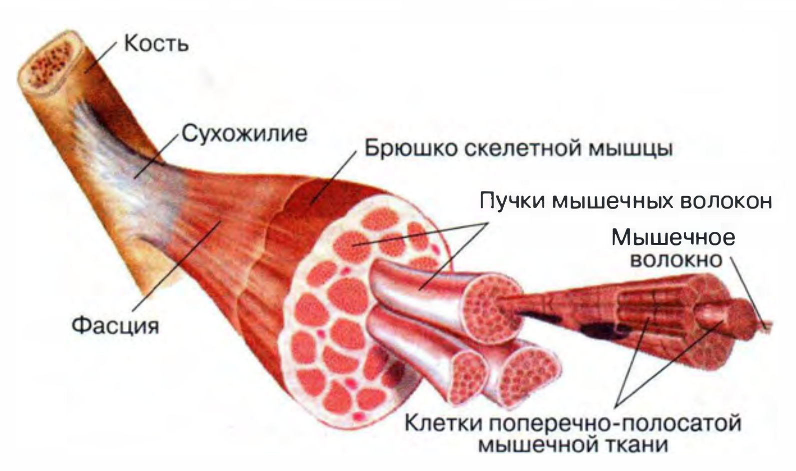


Рис. 22. Строение скелетной мышцы

крепляют мышцу к специальным шероховатостям, бугоркам и выростам на костях (см. рис. 22).

Группы скелетных мышц. Мышцы тела человека подразделяют в соответствии с их расположением в организме (рис. 23).

Мышцы головы и шеи. Мышцы головы по функциям делят на жевательные и мимические. **Жевательные** мышцы одним концом прикреплены к костям черепа, а другим — к нижней челюсти. Из их названия ясно, что они необходимы для механического измельчения и перемешивания пищи, то есть для её пережёвывания. **Мимические** мышцы одним концом прикреплены к лицевой части черепа, а другим — к внутренней поверхности кожи лица. *Круговые мышцы* рта и глаз вообще не прикреплены к костям. Таким образом, они являются исключением среди мышц скелета, обычно прикреплённых к костям с обеих сторон. Мимические мышцы осуществляют открывание и закрывание глаз, придают лицу определённое выражение, а также служат для произнесения некоторых звуков. Для человека, который постоянно общается с другими

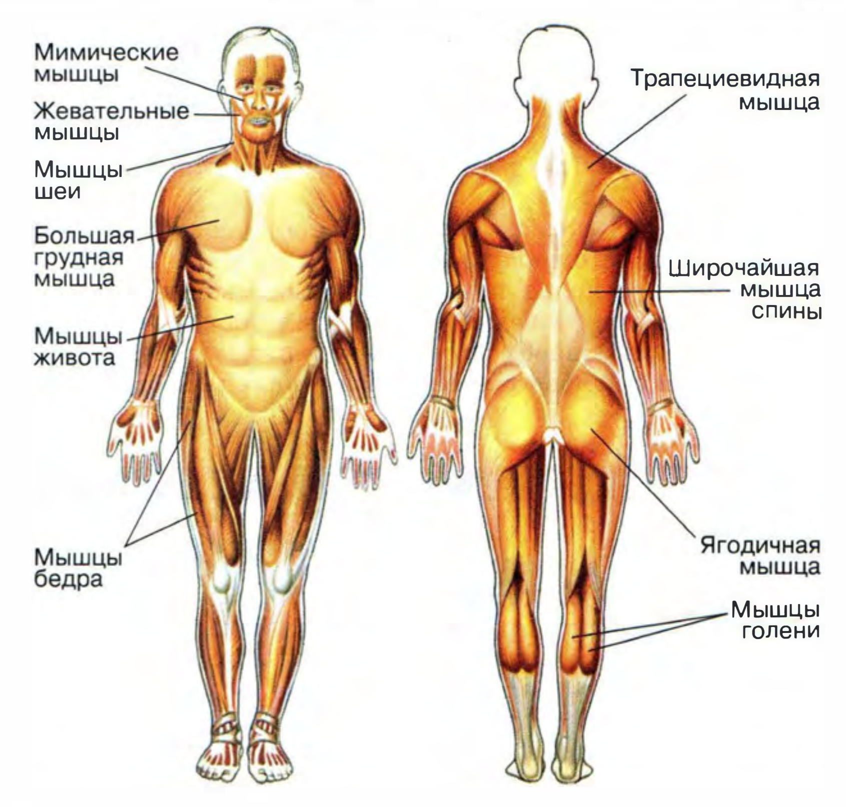


Рис. 23. Мышцы тела человека

людьми, мимические мышцы очень важны. Все мы знаем, что иногда выражение лица говорит больше, чем любые слова. Мышцы шеи нужны для движения не только самой шеи, но и головы, а также нижней челюсти.

Мышцы спины осуществляют движения головы, шеи, лопаток. Они могут приподнимать и опускать руки. Кроме того, мышцы спины необходимы для поддержания вертикального положения тела.

Одна группа *мышц груди* присоединена к костям плечевого пояса и рук и участвует в их движении. Другая группа называется *межрёберными мышцами*. Именно эти мышцы поднимают и опускают рёбра при внешнем дыхании.

Мышцы живота. Передние и боковые стенки живота образованы мышцами, которые называются **брюшным прессом**. Их так назвали потому, что при совместном сокращении они надавливают на внутренние органы, располагающиеся в брюшной полости. Мышцы живота необходимы для поворотов туловища в стороны и наклонов. Они участвуют в дыхательных движениях, а также во многих других процессах жизнедеятельности. При этом брюшной пресс выполняет не только двигательную, но и защитную функцию. К мышцам живота относят также **диафрагму**, которая герметично разделяет полость тела человека на грудную и брюшную полости. Основная функция диафрагмы — участие в дыхательных движениях.

Мышцы плечевого пояса и *руки* обеспечивают сложнейшие перемещения руки и её отделов. 62–63

Мышцы тазового пояса и *ноги*. Тазовые мышцы обеспечивают движение бедра, мышцы бедра участвуют в движении бедра и голени. Мышцы голени необходимы для движения стопы, и, наконец, мышцы стопы сгибают и разгибают пальцы ног. 62–63

Моя лаборатория

Мышечные ткани образованы клетками, обладающими свойствами возбудимости и сократимости. *Возбудимость* — это способность клеток отвечать на внешние раздражители, а *сократимость* — способность клеток этих тканей менять свои размеры под действием этих самых раздражителей. Дело в том, что в состав мышечных тканей входят особые сократительные белки — актин и миозин, которые, взаимодействуя между собой, уменьшают длину мышечных клеток, и вся мышца сокращается (рис. 24).

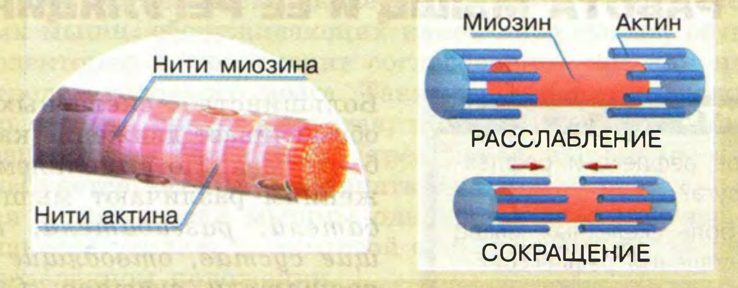


Рис. 24. Схема мышечного волокна

Поперечно-полосатые мышечные клетки (волокна) очень тонкие, но длинные. Мышечные сократительные белки расположены в этих клетках в строгом порядке и образуют регулярно чередующиеся светлые и тёмные полоски поперёк волокна мышцы, хорошо различимые под микроскопом. Поэтому скелетные мышцы и получили название поперечно-полосатых. Сокращение клеток гладкой мышечной ткани обеспечивается теми же сократительными белками, что и клеток поперечно-полосатых мышц, но эти белки расположены не так упорядоченно, поэтому поперечная исчерченность клеток не видна.



1. Какова роль скелетных мышц в работе опорно-двигательной системы и всего организма?
2. Каково строение скелетной мышцы?

@ Охарактеризуйте особенности основных групп скелетных мышц в связи с их расположением в организме. Назовите наиболее развитые мышцы в организме человека и опишите их функции.

Брюшко скелетной мышцы, сухожилие, фасция. Мимические мышцы. Брюшной пресс. Диафрагма.

ПОДУМАЙТЕ! Какое значение для мышцы имеют многочисленные кровеносные сосуды и нервные окончания, пронизывающие её?

§ 11. РАБОТА МЫШЦ И ЕЁ РЕГУЛЯЦИЯ

ВСПОМНИТЕ

1. Что такое рефлекс и рефлекторная дуга?
2. Какова роль скелетных мышц в осуществлении рефлексов?

Большинство скелетных мышц обеспечивает движение какого-либо сустава. По выполняемым движениям различают мышцы: *сгибатели, разгибатели, приводящие сустав, отводящие сустав, вращатели сустава*. Обычно в любом движении сустава участвует несколько групп мышц. Мышцы, совместно участвующие в каком-либо движении сустава, называют **синергистами**, а мышцы, участвующие в движении этого же сустава в противоположном направлении, — **антагонистами**. Например, в локтевом суставе сгибатель (двуглавая мышца) и разгибатель (трёхглавая мышца) являются антагонистами (рис. 25).

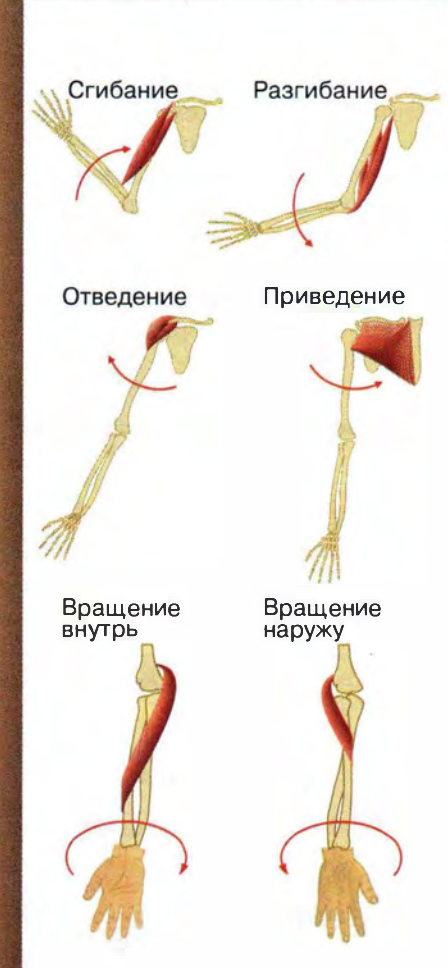


Рис. 25. Мышцы сгибатели и разгибатели

Работа мышц требует больших затрат энергии, которая выделяется при биологическом распаде питательных веществ, поступающих в организм вместе с пищей. Вот почему люди, занятые тяжёлым физическим трудом, должны хорошо питаться.

Работа скелетных мышц зависит от их силы. Мышца тем сильнее, чем больше в ней мышечных волокон. При этом наблюдается следующая зависимость: чем более активно и регулярно работает мышца, тем больше в ней мышечных волокон. То есть систематические тренировки способствуют увеличению объёма мышц, их силы и работоспособности, а это, в свою очередь, влияет на физическое развитие всего организма. И наоборот, продолжительная бездеятельность мышц ведёт к разрушению мышечных волокон и потере работоспособности — **атрофии** мышц.

Регуляция деятельности скелетных мышц. Работа всех групп скелетных мышц, обслуживающих какой-либо сустав, осуществляется рефлекторно и происходит согласованно, так как находится под контролем головного мозга. Таким образом, если человеку необходимо согнуть локтевой сустав, то сгибатель (двуглавая мышца) сокращается, а разгибатель (трёхглавая мышца) соответственно расслабляется, чтобы не мешать движению сустава. Если же двуглавая и трёхглавая мышцы одновременно сократятся, развивая одинаковое усилие, то локтевой сустав зафиксируется в каком-либо определённом положении.

Любые движения, происходящие по желанию человека, называют *произвольными*. Они контролируются головным мозгом. *Непроизвольные* движения осуществляются рефлекторно, например в ответ на укол острым предметом или прикосновение к горячему предмету, и могут быть вызваны механическим раздражением нервных окончаний, находящихся в коже.

Работа скелетной мускулатуры может регулироваться не только нервной системой, но и гуморальным путём. Это осуществляется с помощью различных *биологически активных веществ*, приносимых к мышцам системой кровообращения.

Утомление мышц. Чем чаще сокращается какая-либо мышца и чем выше на неё нагрузка, тем быстрее развивается её **утомление.** Утомлением называют временное снижение работоспособности мышц. Скорость развития утомления зависит от характера работы, величины нагрузки и ритмичности осуществляемых движений. При кратковременном прекращении работы (отдыхе) работоспособность мышц быстро возвращается, а иногда и превышает исходный уровень — происходит **восстановление.**

И. М. Сеченов, по праву считающийся основоположником русской физиологической школы, установил, что для каждой физической работы можно подобрать такую нагрузку и ритм, которые помогут человеку сохранить оптимальную работоспособность при наименьшем утомлении. Кроме того, он показал, что восстановление происходит быстрее при чередовании нагрузки на разные мышцы, при *активном отдыхе*.

Утомление и восстановление — нормальные физиологические явления, которые являются естественным защитным механизмом, предотвращающим нарушение работы всего организма.



Рис. 26. Гладкая мышечная ткань

Гладкие мышцы. Эти мышцы образованы гладкой мышечной тканью (рис. 26) и входят в состав стенок внутренних органов: желудка, кишечника, матки, мочевого пузыря и др., а также большинства кровеносных сосудов.

Гладкие мышцы сокращаются медленно — в течение десятков секунд. Но благодаря этому тратится меньше энергии, образуется меньше продуктов обмена. Гладкие мышцы могут находиться в состоянии сокращения очень долго, а утомление в них практически не развивается. Например, мышцы стенок артерий человека находятся в сокращённом состоянии всю жизнь. Гладкие мышцы сокращаются только непроизвольно, то есть мы не можем сокращать их по своей воле.

Моя лаборатория

Основным веществом, в виде которого в наших клетках запасается и сохраняется энергия, является АТФ (аденозинтрифосфорная кислота). Это вещество, распадаясь, выделяет энергию, которая нужна для того, чтобы мышечные волокна смогли сокращаться. Сокращение мышечных волокон обеспечивают особые сократимые белки — актин и миозин, которые содержатся в мышечных клетках.

Мышцы сокращаются, используя химическую энергию, но при этом бо́льшая часть энергии (около 67%) расходуется на тепло. Можно было бы подумать, что это плохо, так как энергия расходуется не на полезную работу. Однако это не так: тепло равномерно нагревает человеческий организм, поддерживая в нём постоянную температуру 37 °С. Вот почему, замерзая, человек старается активно двигаться, прыгать, бегать — при этом выделяется больше тепла. Кроме того, когда человек замерзает, его мышцы начинают сокращаться независимо от его желания, то есть возникает дрожь и продукция тепла возрастает.

У людей, чьи мышцы плохо тренированы, кровоток не успевает освободить их от молочной кислоты, которая вызывает довольно сильную боль в мышцах на следующий после физической нагрузки день. Для того чтобы мышцы быстрее перестали болеть, нужно сделать несколько лёгких физических упражнений. Это приведёт к усилению кровотока в мышцах, и вредные вещества из них будут вскоре удалены.



Влияние статической и динамической работы на утомление мышц

1. Возьмите груз массой 2 кг (можно использовать пластиковую бутылку объёмом 2 л, наполненную водой) и держите его на вытянутой руке на уровне плеч. Отметьте время, когда рука начнёт опускаться, дрожать и совсем опустится. Наступило утомление.

2. После отдыха возьмите тот же груз в руку и поднимайте его на уровень плеч и опускайте вниз. Отметьте время наступления утомления в этом случае.

3. Сделайте вывод.



Значение активного отдыха для восстановления работоспособности мышц

1. Поднимайте и опускайте правой рукой груз массой 2 кг с частотой 60 раз в минуту до полного утомления. Отметьте время наступления утомления (в секундах).

2. Поднимайте и опускайте левой рукой груз массой 2 кг (правая в это время отдыхает).

3. Вновь возьмите груз в правую руку и работайте до наступления утомления (частота 60 раз в минуту). Как изменилось время наступления утомления теперь?

4. Сделайте вывод.



1. Какова роль мышц синергистов и антагонистов?
2. Какие механизмы регуляции работы скелетных мышц вам известны? Что лежит в их основе?
3. Что влияет на утомление мышцы в процессе её работы?
4. Что физиологи понимают под активным отдыхом?
5. Какие особенности гладких мышц обусловливают их роль в организме человека?

Мышцы синергисты и антагонисты. Атрофия мышц. Утомление. Восстановление.

ПОДУМАЙТЕ! Почему после продолжительного смеха или изнурительного кашля человек начинает испытывать болезненные ощущения в области живота?

§ 12. НАРУШЕНИЯ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ. ТРАВМАТИЗМ

ВСПОМНИТЕ

1. Что вам известно о естественных изгибах позвоночника и их роли в организме человека?
2. Какое значение для человека имеет сводчатая стопа?

Опорно-двигательная система отличается особой надёжностью и прочностью. Она может выдерживать огромные нагрузки. Например, у прыгунов в длину бедренная кость в момент приземления испытывает нагрузку 9 т. Но для того чтобы кости, связки, суставы и мышцы могли успешно работать, необходимо обеспечить им определённые условия.

Для нормального развития костей необходимо, чтобы в организм поступали разнообразные минеральные соли и особые вещества, регулирующие обмен этих солей в кости, например *витамин* D. При нехватке этого вещества у детей развивается заболевание — **рахит**. Кости теряют свою прочность и могут даже изгибаться под тяжестью тела.

Ещё одним нарушением опорно-двигательной системы является искривление позвоночника, связанное с нарушением осанки. **Осанка** — это привычная поза при стоянии, ходьбе и сидении. При правильной осанке внутренние органы расположены так, что создаются наилучшие условия для их работы. При неправильной осанке происходит *искривление позвоночника*, которое рано или поздно наносит повреждения межпозвоночным дискам. В результате могут защемляться нервы, идущие от спинного мозга, расположенного внутри позвоночного канала. Человек начинает испытывать боли в спине, шее, голове. Развивается болезнь **остеохондроз.**



Рис. 26. Осанка и искривление позвоночника (сколиоз)

Различают три степени нарушения осанки. Если первые две связаны с нарушениями в работе мышечного аппарата, то третья вызывает изменения в скелете, которые вылечить довольно трудно. Сильное искривление позвоночника называют **сколиозом** (рис. 26), его необходимо лечить при помощи особых физических упражнений или укрепляющих гипсовых повязок и корсетов. Если лечение начато своевременно, то дальнейшее искривление позвоночника удаётся прекратить.

У человека стопа сводчатая: её средняя часть немного приподнята над поверхностью, на которую опирается нога (рис. 27, *а*). Это необходимо для того, чтобы стопа, слегка пружиня, уменьшала очень высокие нагрузки, возникающие при прыжках, беге, переносе тяжёлых грузов. Иногда у людей возникает **плоскостопие**, то есть стопа становится плоской и не может уменьшать нагрузки (рис. 27, *б*). В этом случае при ходьбе, беге и даже просто при стоянии ноги быстро устают и возникают сильные боли.



Рис. 27. Сводчатая стопа (*а*) и плоскостопие (*б*)

Опорно-двигательная система человека подвержена нарушениям, вызванным действием факторов внешней среды, то есть **травмам.** Тяжёлые и обширные травмы опасны для жизни и сопровождаются *шоком* — угрожающим жизни состоянием, которое характеризуется прогрессирующим нарушением деятельности всех физиологических систем организма. В зависимости от вида травмирующего фактора различают травмы: механические, термические (ожоги, обморожения), химические, вызванные электрическим током и т. д., а также комбинированные травмы, например механическая травма и ожог.

Первая помощь при травмах опорно-двигательной системы. Относительно небольшие повреждения тканей, происходящие без нарушения целостности кожи, называют *ушибами*. При лёгких ушибах возникают небольшие *кровоизлияния* в ткани, но при сильных ударах могут пострадать даже внутренние органы: почки, селезёнка, печень, мозг. Особенно внимательно нужно следить за пострадавшим при ушибе головы. Если такой человек терял сознание, испытывал приступы рвоты, то речь идёт о *сотрясении мозга* и больного надо доставить в медицинское учреждение на носилках.

При ударах и больших нагрузках может произойти *растяжение связок* или даже их *разрыв*. При более сильном воздействии на сустав может случиться *вывих* — суставная головка выходит из суставной впадины. Повреждённый сустав отекает, возникает сильная боль. Иногда появляется кровоподтёк, который в народе называют синяком. Вправлять кости на место самим нельзя. Необходимо оказать пострадавшему первую помощь: сделать холодный компресс и туго забинтовать место травмы. Это необходимо сделать



Рис. 28. Наложение шины

для того, чтобы ослабить боль и уменьшить подвижность сустава. Затем больного следует осторожно доставить к врачу.

При ранениях, сильных ударах могут произойти *переломы костей*. Если при переломе не повреждены кожа и мышцы, то такой перелом называют *закрытым*. Более опасны *открытые* переломы, при которых возникают раны и может произойти попадание болезнетворных микроорганизмов во внутреннюю среду организма.

Если сломаны кости конечностей, а это происходит чаще всего, то на место перелома накладывают *шину* — длинные рейки, трубки или дощечки из какого-нибудь негибкого материала (рис. 28). Их туго прибинтовывают к повреждённой конечности таким образом, чтобы обеспечить неподвижность сустава выше и ниже перелома и тем самым обездвижить место травмы. Затем пострадавшего необходимо быстро доставить к врачу. При открытых переломах сначала нужно остановить кровотечение и обработать рану. Самим пытаться вернуть сломанную кость в исходное положение не стоит, так как при этом острые концы в месте перелома могут повредить мышцы и сосуды. Если помощь оказана вовремя, то перелом срастётся, хотя на это потребуется довольно много времени. Например, при переломе плечевой кости гипсовую повязку на повреждённое место накладывают минимум на 15 дней. Особенно осторожно следует обращаться с людьми, у которых повреждён череп или позвоночник.

При травмах черепа больного перевозят на спине, причём стараются обеспечить неподвижность головы.

При травмах позвоночника пострадавшего нужно положить на какую-то твёрдую ровную поверхность лицом вниз. Нельзя перевозить таких больных сидя.

Профилактика нарушений опорно-двигательной системы. Правильная осанка, при которой спина у человека прямая, голова немного откинута назад, живот втянут, а плечи расправлены, формируется с детства до окончательного окостенения скелета. Вырабатывается правильная осанка с помощью физических упражнений, правильных и равномерных нагрузок на скелет, контроля над своей позой.

Для предотвращения развития искривления позвоночника прежде всего надо правильно сидеть за столом, следя за своей осанкой. Желательно не носить тяжёлый портфель в одной руке, а перекладывать его из руки в руку, а ещё лучше пользоваться рюкзаком или ранцем.

Необходимо каждый день (хотя бы несколько минут) заниматься физическими упражнениями. Ведь слабые и дряблые мышцы плохо удерживают кости скелета, в частности позвонки, и человек становится сутулым.

Для того чтобы уменьшить риск возникновения плоскостопия, желательно как можно чаще ходить босиком по неровной поверхности, носить удобную широкую обувь на невысоком каблуке.

Профилактика травматизма. Под травматизмом понимают совокупность травм у определённых групп населения за определённый период времени. Это важный показатель влияния социальных условий жизни на состояние здоровья населения. Различают *производственный* (на рабочем месте) и *непроизводственный* (бытовой, транспортный, спортивный и др.) травматизм.

Трудно говорить о преобладании травматизма у каких-либо возрастных категорий людей, так как его причины могут быть совершенно разные. Особенно он выражен у лиц молодого возраста (дети, подростки, молодёжь) и среди мужского населения. Не менее актуальна проблема травматизма у пожилых людей, так как с возрастом скелет становится хрупким и подверженным переломам.

Профилактическую роль при различных видах травматизма играют совершенствование техники безопасности и санитарно-просветительная работа. Предупреждение его у детей и подростков осложнено их физической активностью и возрастными особенностями. Основа профилактики — организация контролируемого досуга детей и обучение их правилам дорожного движения.

Моя лаборатория

Кости человека отличаются лёгкостью и прочностью, а суставы — высокой подвижностью. Костная система очень надёжна, и заболеваний этой системы не много. Некоторые из них являются наследственными и передаются от родителей. Например, при наследственном заболевании *ахондроплазии* отсутствуют диафизы длинных костей, что делает невозможным их рост и приводит к *карликовости*.

Часто болезни костей вызваны нарушениями в регуляции обмена веществ в костной ткани, например избытком или недостатком некоторых гормонов. Так, при усиленном выделении гормо-

на роста в детстве происходит разрастание костей и развивается гигантизм. Если же слишком много гормона роста вырабатывается у взрослого человека, то развивается другая болезнь — *акромегалия*. При акромегалии разрастаются кости пальцев, хрящи носа, челюсти и т. п.

При *остеопорозе*, который развивается обычно в пожилом возрасте и главным образом у женщин, происходит уменьшение плотности костной ткани. Кости делаются менее прочными и легко ломаются. Главная причина остеопороза у женщин — возрастные гормональные изменения. Для профилактики остеопороза необходимо принимать легкоусвояемые препараты кальция и некоторые микроэлементы. Хоть и редко, но в костях могут поселяться болезнетворные микроорганизмы. Так, иногда в костную ткань попадает золотистый стафилококк, вызывая поражение кости, называемое *остеомиелитом*. Чаще всего остеомиелит возникает при ранениях. В настоящее время медицина обладает целым арсеналом антибиотиков, и остеомиелит вполне излечим.

Поражения суставов встречаются гораздо чаще, чем заболевания костной ткани. Самым известным поражением суставов является *ревматоидный артрит*. На европейской части России им болеет около 1% населения, причём 75% заболевших — женщины. В результате этого заболевания происходит постепенное разрушение хрящей сустава. Сустав распухает, очень болит и теряет подвижность. Как правило, при ревматоидном артрите страдают суставы пальцев рук и ног, причём развитие болезни происходит симметрично — в правой и левой половине тела. Болезнь протекает у различных людей по-разному: у одних происходит постоянное ухудшение состояния, у других наблюдаются отдельные приступы. Иногда человек внезапно исцеляется безо всяких видимых причин, и болезнь больше не возвращается. Для лечения артрита применяют различные противовоспалительные препараты. Но иногда сустав настолько поражён болезнью, что приходится заменять его протезом.

Ещё одним заболеванием суставов является *подагра*. У страдающих этим заболеванием плохо выводятся из организма продукты обмена белков. Они откладываются в виде кристаллов, что приводит к воспалению, сильной боли и деформации суставов. Очень часто подагра передаётся из поколения в поколение. Больным приходится забыть о продуктах питания, в процессе усвоения которых вырабатывается много мочевой кислоты: об алкогольных напитках, многих разновидностях мяса и рыбы, сладкой выпечке и т. д. Иногда суставы при подагре изменены так сильно, что необходимо хирургическое вмешательство.

Выявление плоскостопия

1. Положите на пол лист чистой бумаги.

2. Смажьте раствором Люголя (спиртовым раствором иода) или каким-нибудь жирным питательным кремом ступни и встаньте на этот лист. Ноги при этом должны быть вместе, разогнуты в коленях, спина должна быть прямой. На листе бумаги останется отпечаток ваших стоп (рис. 29).

3. Карандашом проведите линию 1, соединяющую края подошвенного углубления. Перпендикулярно линии 1 проведите линию 2, пересекающую углубление стопы в самом глубоком месте. Если ширина отпечатка узкой части стопы занимает не более $^1/_3$ длины линии 2 — у вас нет плоскостопия. Если достигает середины и более — срочно обращайтесь к врачу.

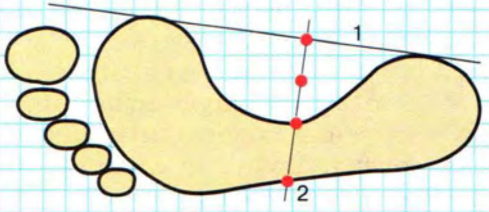


Рис. 29. Выявление плоскостопия



1. Каковы основные нарушения опорно-двигательной системы и причины их возникновения?
2. Как можно предупредить развитие искривления позвоночника?
3. Что такое плоскостопие и как его предупредить?
4. Каковы основные приёмы первой помощи при различных травмах опорно-двигательной системы?

@ Подготовьте сообщение о причинах травматизма и его профилактике.

Рахит. Осанка. Остеохондроз. Сколиоз. Плоскостопие. Травма. Травматизм.

ПОДУМАЙТЕ! Почему при оказании первой помощи человеку с открытым переломом нельзя трогать рану с целью удаления осколков кости или попавших в неё инородных тел (частиц одежды, земли и т. п.)?

ВЫВОДЫ К ГЛАВЕ 2

За осуществление движения у человека отвечает опорно-двигательная система, которая состоит из скелета и мышц. Она обеспечивает двигательную и защитную функции.

Скелет человека — пассивная часть опорно-двигательной системы — выполняет опорную и защитную функции. В нём различают несколько отделов: скелет головы, скелет туловища и скелет конечностей.

Структурной основой костей является костная ткань. В её состав входят органические вещества, придающие костям упругость, и неорганические вещества, придающие твёрдость. Различают трубчатые (длинные и короткие), губчатые (длинные и короткие), плоские и смешанные кости.

Мышцы (активная часть опорно-двигательной системы) обеспечивают двигательную и защитную функции. Их структурной основой является поперечно-полосатая мышечная ткань, образующая скелетную мускулатуру, и гладкая мышечная ткань, образующая гладкую мускулатуру.

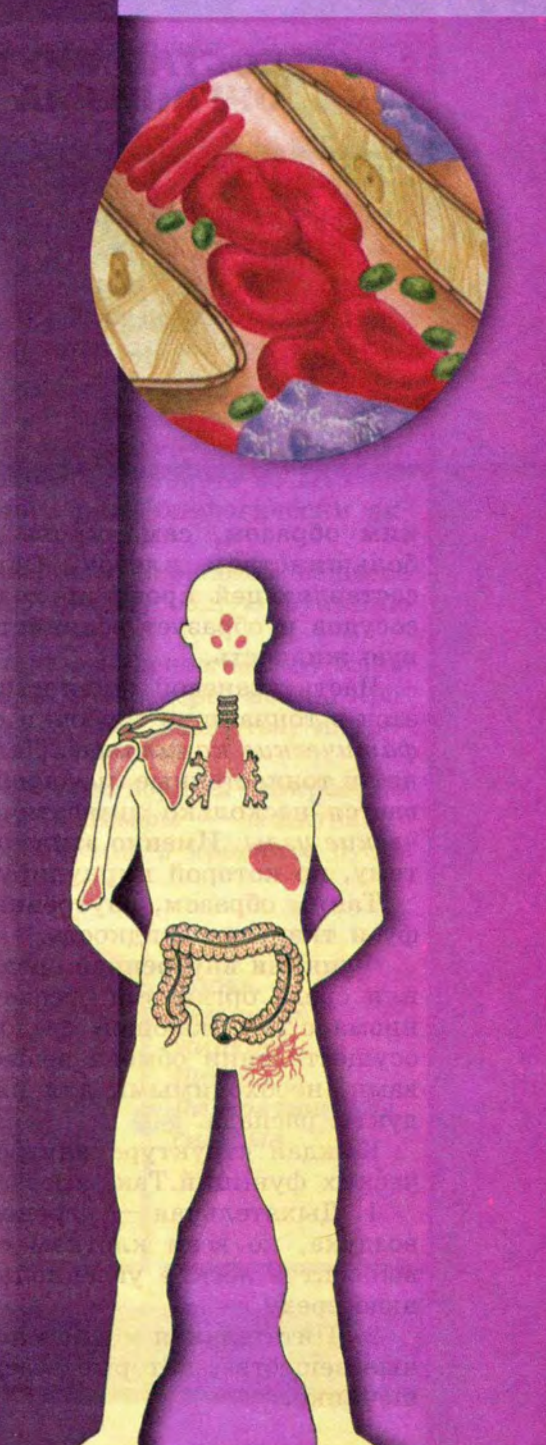
Регуляция работы скелетных мышц осуществляется нейрогуморальным путём.

Работа мышц требует больших затрат энергии.

Систематические тренировки способствуют увеличению объёма мышц, их силы и работоспособности, а это, в свою очередь, влияет на физическое развитие всего организма. Утомление мышц и их постепенное восстановление после отдыха — нормальные физиологические явления, которые являются естественным защитным механизмом, предотвращающим нарушение работы всего организма.

Опорно-двигательная система отличается особой надёжностью и прочностью. Она может выдерживать огромные нагрузки, но для этого необходимо обеспечить её нормальное развитие и условия для успешной деятельности без травматизма.

Внутренняя среда человека



Подавляющее большинство клеток организма человека не соприкасается с внешней средой, а находится в окружении межклеточного вещества. Именно оно и составляет главную часть внутренней среды организма, которая обеспечивает необходимую связь внутренних структур с окружающей средой.

ВЫ УЗНАЕТЕ

— о составе внутренней среды организма;
— о роли внутренней среды и значении постоянства её состава;
— о составе и функциях крови, группах крови;
— о свёртывании и переливании крови и значении этих процессов для сохранения жизни и здоровья человека;
— об иммунной системе человека и факторах, влияющих на иммунитет.

ВЫ НАУЧИТЕСЬ

— определять совместимость различных групп крови при её переливании.

§ 13. СОСТАВ ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ ОРГАНИЗМА И ЕЁ ФУНКЦИИ

ВСПОМНИТЕ

1. Какое значение для организма имеет окружающая среда?
2. Какие структуры организма человека имеют непосредственный контакт с окружающей средой?
3. Что такое гомеостаз?

Внутренняя среда — это жидкость, которая находится внутри организма, окружает его клетки и создаёт условия для протекания в них жизненных процессов. Основу внутренней среды составляет межклеточное вещество. Наиболее выражено жидкое межклеточное вещество в соединительных тканях, особенно в **крови.** У человека кровь постоянно движется по кровеносным сосудам. Таким образом, сама кровь непосредственно не соприкасается с большинством клеток. Однако некоторое количество жидкой составляющей крови проходит через стенки тонких кровеносных сосудов и образует водянистую оболочку вокруг клеток — **тканевую жидкость.**

Часть тканевой жидкости, которую называют **лимфой,** собирается в тончайшие трубочки со слепо замкнутыми концами — *лимфатические капилляры.* Далее лимфатические капилляры переходят в тонкостенные *лимфатические сосуды.* В тех местах, где сливается несколько лимфатических сосудов, образуются *лимфатические узлы.* Именно эти структуры образуют **лимфатическую систему,** по которой циркулирует лимфа.

Таким образом, внутренняя среда включает в себя: кровь, лимфу и тканевую жидкость.

Функции внутренней среды организма. Как вы видите, внутренняя среда организма обеспечивает взаимосвязь всех клеток организма с окружающей средой, выступает в роли посредника при осуществлении обмена веществ. Она обеспечивает клетки веществами, необходимыми для их работы, и через неё удаляются продукты распада. 26

Каждая структура внутренней среды выполняет ряд специфических функций.Так, кровь выполняет следующие функции:

1. Дыхательная — переносит кислород, забирая его в лёгких из воздуха, ко всем клеткам организма, а в обратном направлении выносит в лёгкие углекислый газ, который выдыхается во внешнюю среду.

2. Питательная — переносит по всему организму те питательные вещества, которые всасываются из переваренной пищи в кишечнике.

3. Выделительная — выносит из тканей продукты обмена в те органы, которые удаляют их из организма, то есть в почки или печень.

4. Терморегуляционная — нагреваясь, кровь переносит тепло от места его образования, то есть из скелетных мышц и печени, к тем органам, которые необходимо согревать (кожа, мозг и др.).

5. Защитная — клетки, которые являются составной частью крови, убивают чужеродные агенты, проникающие в организм и вызывающие заболевания. Этими агентами могут быть бактерии, грибы, простейшие или неклеточные формы жизни — вирусы. Ещё одна сторона защитной функции крови — это образование сгустка крови — *тромба* в том месте, где повреждён сосуд. Этот процесс защищает организм от смертельно опасной кровопотери.

6. Регуляторная — поддерживает в организме относительное постоянство химического состава и физических свойств во всех его тканях (гомеостаз) путём переноса целого ряда биологически активных веществ.

Большинство указанных функций связано с переносом веществ в организм, поэтому часто их объединяют в одну общую функцию крови — *транспортную*.

Тканевая жидкость является передаточным звеном между клетками, которые она окружает, и кровью. Именно через неё из крови в клетки попадают необходимые для жизни вещества, например кислород и компоненты пищи.

В лимфе происходит уничтожение болезнетворных микроорганизмов. Таким образом, основная функция лимфы — защитная.

Кроме того, лимфа обеспечивает возвращение в кровяное русло тканевой жидкости.



1. Почему кровь, лимфу и тканевую жидкость называют внутренней средой организма?
2. Каковы основные функции крови?
3. Что представляет собой тканевая жидкость и какова её роль в организме?
4. Что такое лимфа и каковы её основные функции?

@ Раскройте взаимосвязь между основными структурами, образующими внутреннюю среду организма человека.

!

Кровь. Тканевая жидкость. Лимфа. Лимфатическая система.

ПОДУМАЙТЕ! Почему кровь считают символом жизни?

§ 14. СОСТАВ КРОВИ. ПОСТОЯНСТВО ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ

ВСПОМНИТЕ

1. Каков состав крови у позвоночных животных?
2. Как осуществляется питание у амёбы?

Кровь на 55—60% состоит из плазмы и на 40—45% — из форменных элементов (рис. 30). **Плазма** — это жидкая часть крови, её межклеточное вещество. Она на 90% состоит из воды, а также включает в себя целый ряд веществ: белки, жиры, сахара́, минеральные соли. Часть этих веществ — питательные вещества, переносимые кровью к различным органам. У белков плазмы крови многообразные функции. Одни из них участвуют в свёртывании крови, другие отвечают за связывание болезнетворных микроорганизмов или чужеродных белков, проникших в кровь извне.

К **форменным элементам** крови относятся эритроциты, лейкоциты и тромбоциты (рис. 31). **Эритроциты**, или красные кровяные тельца, — маленькие дисковидные клетки, теряющие во время созревания своё ядро. В 1 мм^3 крови человека содержится примерно 5,5 млн эритроцитов. Функция эритроцитов — доставка к тканям кислорода и удаление углекислого газа, то есть эритроциты обеспечивают дыхательную функцию крови. Внутри эритроцитов находятся молекулы ярко-красного дыхательного пигмента — **гемоглобина**, по 270 млн молекул в каждой клетке! Именно присутствие в эритроцитах гемоглобина делает кровь красной.

Дисковидная, двояковогнутая форма эритроцитов обеспечивает наибольшую поверхность соприкосновения при наименьшем объёме. Поэтому эритроциты могут проникать в самые тонкие капилляры, быстро отдавая кислород клеткам. Общая поверхность всех

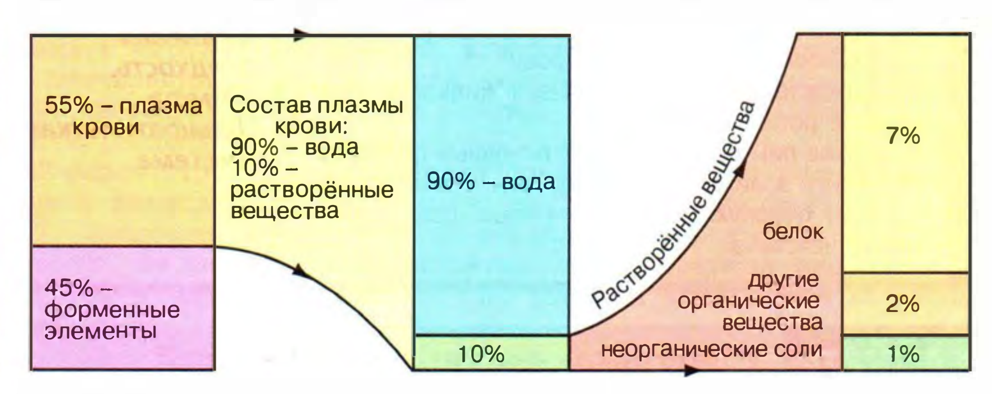


Рис. 30. Состав крови

эритроцитов одного человека очень велика: больше футбольного поля!

Эритроциты «живут» в крови около 120 дней, а затем разрушаются в печени или селезёнке. Новые эритроциты образуются в красном костном мозге, расположенном в губчатом костном веществе (см. рис. 13).



Рис. 31. Форменные элементы крови

Лейкоциты — клетки крови, имеющие ядра. Их гораздо меньше, чем эритроцитов, — 4—9 тыс. в 1 мм^3 крови. Однако их число может сильно колебаться, возрастая при многих заболеваниях. В отличие от эритроцитов, лейкоциты называют белыми кровяными тельцами.

В крови человека находится несколько разновидностей лейкоцитов, каждая из которых выполняет определённые функции. Но все они обеспечивают крови выполнение её защитных функций. Одни виды лейкоцитов вырабатывают особые белки, которые распознают и связывают чужеродные агенты (бактерии, простейшие, грибы) и химические соединения. Эти белки называют **антителами.** Связанные антителами вредоносные частицы не могут проникнуть в ткани человека и становятся безвредными. Другие виды лейкоцитов способны к захвату и уничтожению чужеродных частиц, молекул и клеток, проникших в кровь, — *фагоцитозу*. Кроме того, они могут распознавать и уничтожать раковые и старые, отмирающие клетки.

Явление фагоцитоза было открыто великим русским микробиологом **Ильёй Ильичом Мечниковым.** Именно он обнаружил, что некоторые лейкоциты способны двигаться подобно амёбам и захватывать чужеродные частицы в крови. Эти клетки И. И. Мечников назвал **фагоцитами**, то есть пожирателями, а открытое явление — фагоцитозом.



И. И. Мечников
(1845—1916)

Работа лейкоцитов трудная и опасная: множество клеток «белой крови» погибает, защищая организм своего хозяина от различных инфекций. Живут лейкоциты недолго — всего несколько дней, а затем разрушаются в

селезёнке. Новые же лейкоциты вырабатываются в красном костном мозге и лимфатических узлах. 29, 32

Тромбоциты очень маленькие, плоские клетки неправильной формы, не имеющие ядер. Число их в крови человека колеблется от 200 до 400 тыс. в 1 $мм^3$. Обычно их называют *кровяными пластинками* и не считают клетками. Они постоянно образуются в красном костном мозге и живут всего несколько суток. При повреждении сосуда тромбоциты, находящиеся в этом месте кровяного русла, разрушаются. В это время из них выходит ряд химических веществ, необходимых для *свёртывания крови*.

Обратите внимание, что у взрослого мужчины примерно 5 л крови, у женщины немного меньше — 4,5 л, а у новорождённого только 250 мл. Однако не вся кровь постоянно передвигается по сосудам: часть крови находится в особых хранилищах. Этими хранилищами, или *депо крови*, являются сосуды кожи, печени и селезёнки. При больших физических нагрузках или травмах, которые сопровождаются сильным кровотечением, кровь из депо начинает активно двигаться по сосудам, выполняя свои функции.

Постоянство внутренней среды. Внутренняя среда организма отличается относительным постоянством своего состава, что является очень важным условием жизнедеятельности. Внутренняя среда находится в состоянии так называемого динамического, или подвижного, равновесия: различные вещества постоянно поступают и удаляются, но в среднем их содержание остаётся в пределах нормы. Чтобы обеспечить постоянство внутренней среды и тем самым сделать организм в определённой степени независимым от внешней среды, должны были возникнуть какие-то приспособления и механизмы.

Например, очень важно, чтобы в плазме крови была постоянная концентрация хлорида натрия (поваренной соли) на уровне 0,9%. Если количество этой соли возрастёт, то солевой раствор начнёт высасывать воду из клеток крови, а если понизится, то вода начнёт из плазмы поступать в клетки крови и они полопаются. В обоих случаях клетки погибнут, и кровь перестанет выполнять свои функции, а это смертельно опасно. 0,9%-ный раствор хлорида натрия, соответствующий составу плазмы крови, называют *физиологическим раствором*. Его специально готовят и при необходимости вводят в организм (в случае обезвоживания или при кровопотере).

Содержание одного из главных питательных веществ — глюкозы — должно составлять 0,11—0,12%. Если же уровень глюкозы понизится приблизительно в два раза (до 0,05%), мозгу не хватит «горючего» для работы и человек сначала потеряет сознание, а затем может погибнуть.

Моя лаборатория

Малокровие, или анемия, — одно из распространённых заболеваний крови. При анемии в органы и ткани человека кровь приносит кислорода меньше, чем необходимо. Это происходит в тех случаях, когда вырабатывается мало эритроцитов или в них недостаточно переносчика кислорода — гемоглобина. Анемичный человек выглядит бледным, усталым, ему трудно запоминать прочитанное, выполнять даже самую лёгкую физическую работу. Причина болезни кроется в том, что в ткани из лёгких переносится мало кислорода, необходимого для распада сложных молекул. При этом распаде выделяется энергия — «горючее» для всех процессов, происходящих в организме человека. Если не хватает кислорода, то не будет хватать и энергии.

Чаще всего анемия возникает из-за недостатка в организме железа, являющегося составной частью гемоглобина. При этом в красном костном мозге вырабатывается эритроцитов меньше, чем необходимо. В печени есть небольшой запас железа, но тем не менее этот элемент необходимо постоянно получать с пищей. Железа много в морепродуктах, мясных продуктах, гречке, фасоли, яблоках, капусте. Так что здоровому человеку вполне достаточно того железа, которое он получает с обычной пищей. Выработка гемоглобина невозможна без постоянного поступления в организм двух витаминов: B_{12} и фолиевой кислоты. Как правило, в пище этих витаминов вполне достаточно, кроме того, некоторое количество B_{12} вырабатывается бактериями, обитающими в кишечнике человека.



1. Каков состав крови человека?
2. Что такое плазма крови и каковы её функции?
3. Что вам известно о форменных элементах крови?
4. Почему организму важно поддерживать относительное постоянство внутренней среды?

Плазма. Эритроциты, лейкоциты, тромбоциты. Антитела. Фагоциты. Гемоглобин.

ПОДУМАЙТЕ! Какие механизмы лежат в основе поддержания организмом постоянства внутренней среды?

§ 15. СВЁРТЫВАНИЕ КРОВИ. ПЕРЕЛИВАНИЕ КРОВИ. ГРУППЫ КРОВИ

ВСПОМНИТЕ

1. В чём проявляется защитная функция крови?
2. Какие форменные элементы крови обеспечивают защитную функцию организма и в чём их конкретная роль?

Свёртывание крови — важнейшая защитная реакция, предохраняющая организм от кровопотери при разрушении сосудов. Для взрослого мужчины условно смертельно опасной является потеря 1,5—2,0 л крови, а вот женщина может перенести потерю даже 2,5 л, хотя это, конечно, приводит к отрицательным последствиям.

В месте повреждения сосуда, например при порезе, начинают разрушаться тромбоциты, выделяя вещества, запускающие образование тромба. Кроме того, целый ряд необходимых для этого химических соединений поступает из повреждённых тканей и плазмы крови. В результате довольно длинной цепочки химических взаимодействий из белка плазмы крови, который называется **фибриноген**, образуются длинные нити белка **фибрина**. Эти нити сплетаются в подобие сетки, в которой «запутываются» форменные элементы крови и в результате возникает **тромб**, перекрывающий рану и прекращающий кровотечение (рис. 32).



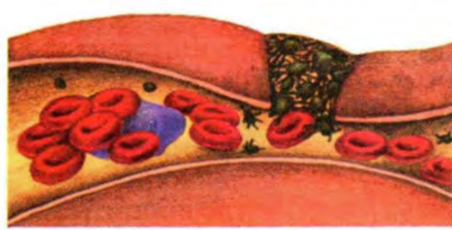




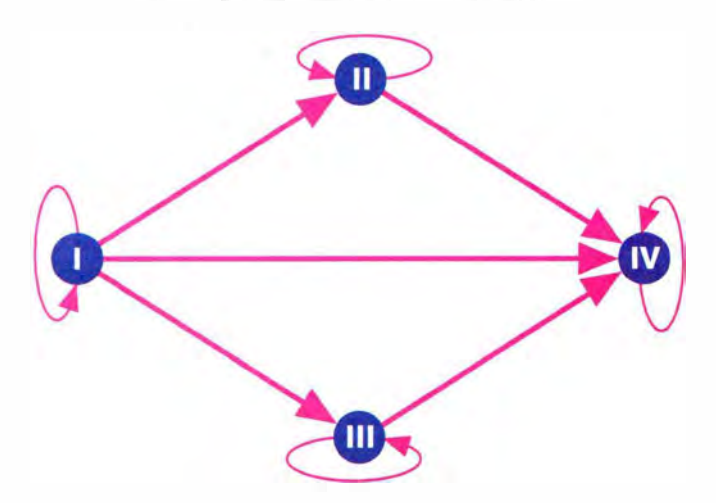
Рис. 32. Тромбообразование

Переливание крови. Что же делать, если повреждение сосудов обширное и человек успел потерять много крови? Приходится переливать человеку чужую кровь. Ещё древние греки пытались спасти истекающих кровью раненых воинов, давая им пить тёплую кровь ягнёнка или телёнка, хотя это мало помогало. В XIX в. в Лондоне были сделаны первые попытки непосредственного переливания крови от одного человека к другому, но при этом часто наблюдалось слипание эритроцитов, их разрушение, и в результате больной по-

гибал. Оказалось, что кровь одного человека может быть смертельно опасной для другого. Когда в этой проблеме разобрались, то выяснили, что кровь всех людей можно разделить на четыре группы. В течение жизни группа крови у человека не меняется.

Группы крови. Существуют две системы обозначения групп крови. В первой группы крови обозначают римскими цифрами I—IV, а во второй — латинскими буквами А, В и нулём — система АВ0. У людей с I(0) группой крови эритроциты не слипаются, и поэтому их кровь можно переливать всем людям, независимо от их группы крови. Таких людей называют *универсальными* **донорами**. Тем, у кого кровь относится к IV(АВ) группе, можно переливать небольшое количество крови любой группы, так как у них в плазме нет веществ, приводящих к слипанию эритроцитов. Этих людей называют *универсальными* **реципиентами**. Тем, у кого кровь относится ко II(А) или III(В) группе, можно переливать кровь своей или I(0) группы. Но правильнее всегда использовать для переливания кровь той группы, которая течёт в сосудах нуждающегося в переливании человека (схема 1). 31

Схема 1. Переливание крови



Обладание той или иной группой крови определяется генетически. Более 40% европейцев имеют II(А) группу крови, 40% — I(0), 10% — III(В) и только 6% — IV(АВ). К настоящему времени установлено, что в крови человека присутствует много разновидностей молекул белка, способных взаимодействовать между собой, и врачи должны это учитывать при переливании крови. Например, на наружной поверхности эритроцитов может присутствовать белок, названный **резус-фактором**. Название этого белка происходит

от названия вида обезьяны – макак-резус, в эритроцитах крови которой он был обнаружен в 1940 г. Авторами этого открытия стали австралийский учёный **Карл Ландштейнер** (он же в 1900 г. открыл группы крови, за что в 1930 г. получил Нобелевскую премию) и американский учёный Александр Винер. Людей, содержащих в крови белок резус-фактор, называют резус-положительными Rh(+). Но у 15% европейцев этого белка в крови нет, их называют резус-отрицательными Rh(–). Если такому Rh(–)-человеку перелить кровь от Rh(+)-человека, то его лимфоциты начнут вырабатывать антитела к чужеродному для этого организма резус-фактору и возникнет реакция несовместимости. Особые проблемы, связанные с резус-фактором, возникают при беременности.

Моя лаборатория

Микроскопическое строение крови

1. Рассмотрите препараты крови человека и лягушки. Обратите внимание на форму эритроцитов при рассматривании их сверху и сбоку. Одинакова ли она у человека и лягушки? Подумайте, почему при рассматривании под световым микроскопом эритроциты крови человека в средней части слегка просвечивают.

2. Зарисуйте в одном масштабе по 2—3 эритроцита из каждого препарата крови и один лейкоцит из препарата крови человека.

3. Найдите черты сходства эритроцитов крови человека и лягушки. Сравните лейкоциты и эритроциты крови человека. В чём их различие?

4. Сделайте выводы.

При некоторых заболеваниях свёртываемость крови повышается и тромбы образуются в неповреждённых кровеносных сосудах, нарушая кровоток. Если такое случается в сердце, может возникнуть *инфаркт* (гибель клеток сердечной мышцы), а если в мозге, то *инсульт* (гибель клеток головного мозга – нейронов и глиальных клеток).

Резус-конфликт матери и плода. Как и все факторы, определяющие группы крови, резус-фактор передаётся по наследству.

Если у жены резус-фактор отрицательный, а у её мужа — положительный, то и ребёнок может унаследовать от отца положительный резус-фактор. Довольно часто случается так, что резус-отрицательная женщина вынашивает резус-положительный плод. Если эритроциты эмбриона с чужеродным для матери резус-белком попадут в её кровь, то иммунная система матери будет вырабатывать антитела к резус-белку и уничтожать эритроциты плода. Это может привести к целому ряду неблагоприятных последствий.

При первой беременности концентрация в крови этих антител сравнительно невелика и плод развивается, не испытывая их вредных влияний. При последующих беременностях вероятность возникновения проблем, связанных с резус-конфликтом, повышается. Развитие конфликта возможно и в том случае, если кровь малыша и матери не совместимы по группе. Однако групповая несовместимость менее опасна и не предвещает таких осложнений, как несовместимость по резус-фактору.

Достижения современной медицины вселяют всё больше надежды на благоприятный исход и оставляют всё меньше шансов на возникновение проблем, связанных с несовместимостью по резус-фактору. Например, малышу может помочь полная замена крови. Операцию по переливанию одногруппной резус-отрицательной крови необходимо провести в течение 36 ч после рождения ребёнка.



1. Что такое свёртывание крови и каков его механизм?
2. Какое значение имеет переливание крови?
3. Что вам известно о совместимости групп крови при её переливании?
4. Кто такие доноры и реципиенты?
5. Известна ли вам, ваша группа крови?

Тромб. Фибриноген и фибрин. Донор. Реципиент. Резус-фактор.

ПОДУМАЙТЕ! Почему доноров или реципиентов иногда называют универсальными, но в каждом конкретном случае переливания крови предварительно проводят исследования на её совместимость?

§ 16. ИММУНИТЕТ. НАРУШЕНИЯ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА. ВАКЦИНАЦИЯ

ВСПОМНИТЕ

1. Что вам известно об иммунитете?
2. Каков вклад И. И. Мечникова в изучение иммунитета?

Под **иммунитетом** понимают устойчивость организма к инфекционным агентам и чужеродным веществам. Заболевания, вызываемые живыми возбудителями (бактериями, грибами, простейшими, вирусами), получили название *инфекционных*. Эти болезни заразны, то есть они могут передаваться от человека к человеку. Очень важно знать, какими путями возбудители проникают в организм, для того чтобы прервать эти пути передачи инфекции. Если возбудители смогли проникнуть через защитные покровы человека, то есть через кожу или слизистые оболочки (например, носоглотки), то защиту организма осуществляют кровь и лимфа. В том месте, куда проникла инфекция, очень быстро соберутся лейкоциты, чтобы уничтожить возбудителей, вызывающих болезнь. Эти возбудители должны быть нейтрализованы, а затем уничтожены фагоцитами.

Если заражение было сильным, то на этом месте возникает особая защитная реакция — **воспаление**. При этом в месте инфекционного поражения образуется **гной**, представляющий собой погибшие лейкоциты, уничтожавшие чужеродные частицы (рис. 33).

Виды иммунитета. Иммунитет подразделяют на несколько видов. *Естественный (врождённый) иммунитет* передаётся новому организму от родителей по наследству. *Естественный (приобретённый) иммунитет* возникает в том случае, когда антитела вырабатываются в течение болезни (например, кори или краснухи), а затем сохраняются в «иммунной памяти» лимфоцитов очень долго, часто в течение всей жизни человека. Если возбудители болезни снова попадут в организм обладателя приобретённого иммунитета, то вырабатываемые антитела очень быстро этих возбудителей уничтожат и человек не заболеет.

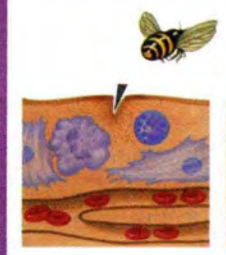
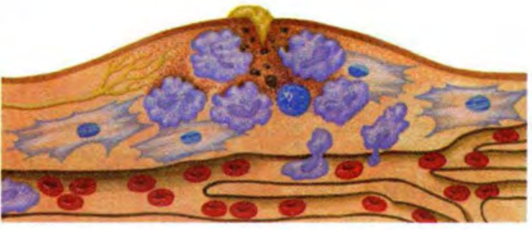




Рис. 33. Воспалительный процесс

Искусственный активный иммунитет возникает в тех случаях, когда человеку вводят ослабленных возбудителей **(вакцину)**, и это приводит к выработке антител. *Искусственный пассивный иммунитет* появляется при введении человеку **сыворотки** — готовых антител от переболевшего животного или другого человека. Этот иммунитет самый нестойкий и сохраняется всего несколько недель. 24

Факторы, влияющие на иммунитет. Многие болезни, особенно перенесённые в детстве, оставляют после себя стойкий иммунитет, и ими болеют только один раз в жизни. К таким болезням относятся ветряная оспа, корь, паротит (свинка). Но иммунитет иногда ослабевает, и человек во взрослом возрасте может во второй раз переболеть «детской» инфекцией.

Очень важную роль в формировании иммунитета играет вилочковая железа, или **тимус.** Она расположена за грудиной и хорошо развита только в детстве.

Нарушения иммунной системы человека. Самое известное заболевание, связанное с разрушением иммунной системы, — это **СПИД** (синдром приобретённого иммунодефицита). В начале 80-х гг. прошлого века было отмечено быстрое увеличение числа людей с новым загадочным заболеванием. Больные теряли способность сопротивляться инфекциям, их иммунитет быстро слабел, и они погибали от различных болезней, обычно от особой формы воспаления лёгких или редкой разновидности рака.

Чаще всего болезнь встречалась или у наркоманов, или у людей, ведущих беспорядочную половую жизнь. Реже это страшное заболевание развивалось у людей, которым переливали чужую кровь. Заболевание не имело особых симптомов и не проявлялось как отдельная болезнь. Но резкое подавление иммунной системы способствовало развитию множества различных инфекций, которые быстро приводили пациента к смерти.

Ослабление иммунитета не позволяет организму активно противостоять заболеваниям, но множество бед порождает и его чрезмерное усиление, при котором начинают вырабатываться антитела к собственным белкам. В результате происходит разрушение здоровых клеток и тканей. Такие болезни назвали *аутоиммунными*. Примером такой болезни может служить системная красная волчанка, при которой антитела буквально пожирают соединительные ткани собственного организма.

Аллергия — это повышенная чувствительность организма к какому-либо веществу. Очень часто аллергия выражена слабо и не вызывает у человека каких-либо неприятных ощущений. Но иногда аллергия лежит в основе опасных болезней, например астмы. Большинство аллергий вызвано нарушениями в работе иммунной системы. У здорового человека иммунная система отличает без-

вредные чужеродные белки от опасных белков и мало на них реагирует. У аллергика антитела вырабатываются на безвредный чужеродный белок как на самый опасный возбудитель болезней. В результате возникает реакция, сходная с воспалением. Причём иногда эта реакция так сильна, что становится опасной для жизни человека. Одна из таких реакций — отёк Квинке (названный по фамилии впервые описавшего его учёного). Вещества, вызывающие аллергию, называют *аллергенами*. Самые известные из них — шерсть животных, пыльца растений, яд насекомых (пчёл, ос), некоторые лекарственные препараты. Для предупреждения аллергии используют вещества, снижающие реакцию организма на аллергены и позволяющие предотвратить наступление приступа болезни.

Моя лаборатория

Вакцинация. В XVIII в. английский врач **Эдуард Дженнер** обратил внимание на то, что доярки, переболевшие неопасной болезнью (оспой коров), не заражаются человеческой оспой — чрезвычайно тяжёлым, часто смертельным заболеванием. Дженнер привил содержимое оспинок коров маленькому мальчику. После этого мальчик не заразился человеческой оспой, которую ему привил Э. Дженнер.

Э. Дженнер был врачом-практиком, но его замечательное открытие натолкнуло известного французского учёного **Луи Пастера** на следующую мысль: если заразить человека ослабленными микроорганизмами, то они вызовут болезнь в лёгкой форме. У пациента выработаются антитела, и он в дальнейшем этой болезнью не заразится. Препараты, содержащие ослабленные или убитые микроорганизмы или их токсины, стали называть **вакцинами** (от лат. *вакцине* — коровья). Л. Пастер создал вакцину против смертельного заболевания — бешенства и некоторых других инфекций. Правда, иммунитет против бешенства сохраняется всего один год после вакцинации. Сыворотки, как правило, используют для лечения уже заболевшего человека.

СПИД или ВИЧ. Синдромом врачи называют набор встречающихся вместе симптомов и состояний. Возбудителем СПИДа оказался вирус, названный вирусом иммунодефицита человека (ВИЧ). Единственные клетки, в которые «умеет» проникать ВИЧ, это те клетки, что отвечают за иммунитет. Попадая в них, вирус размножается, заставляя клетки производить новые вирусные частицы. Выходя из поражённых клеток, вирусы проникают в здоровые лимфоциты, и процесс продолжается.

Организм способен бороться против этой инфекции, вырабатывая антитела против ВИЧ. Однако со временем количество лимфоцитов снижается, а число вирусных частиц растёт. То есть организм не способен победить инфекцию. Через несколько недель, а иногда и лет после заражения начинают проявляться симптомы ВИЧ-инфекции: у человека развивается СПИД. Больной быстро худеет, у него увеличиваются лимфатические узлы, появляется сильная утомляемость, колеблется температура тела. Затем у него начинают развиваться различные инфекции и онкологические заболевания.

Как же ВИЧ передаётся от человека к человеку? К счастью для людей, вне организма человека он практически мгновенно погибает. Этот вирус не распространяется при чихании, кашле и поцелуях, через воду, при рукопожатии, пользовании одной тарелкой и ложкой. Неизвестны случаи передачи вируса от человека к человеку при укусе комара или блохи. ВИЧ главным образом передаётся при инъекциях иглой, в которой осталась заражённая кровь, при переливании заражённой крови, от инфицированной матери младенцу через кровь или молоко, при половых контактах. Можно ли вылечить СПИД? Пока нет, хотя и разработан целый ряд лекарственных препаратов, мешающих вирусу размножаться в крови хозяина. Сейчас уже возможно уменьшить число вирусных частиц в крови приблизительно в 100 раз, однако окончательно победить эту инфекцию на сегодняшний день не удаётся.



1. Каковы основные механизмы иммунитета?
2. Какие виды иммунитета вам известны и в чём они проявляются?
3. Какие факторы влияют на иммунитет и его формирование?
4. В чём заключается принципиальное отличие вакцины от сыворотки?

@ Подготовьте сообщение об известных вам нарушениях иммунитета.

Иммунитет. Воспаление. Гной. Вакцина. Сыворотка. Тимус. СПИД. Аллергия.

ПОДУМАЙТЕ! Почему младенцы, которых матери кормят грудным молоком, реже болеют?

ВЫВОДЫ К ГЛАВЕ 3

Большинство клеток организма человека не имеет непосредственного контакта с окружающей средой. Необходимую связь внутренних структур с окружающей средой обеспечивает внутренняя среда организма. Через неё поступают все вещества, необходимые клеткам для работы, а также выводятся продукты, образовавшиеся в процессе их жизнедеятельности. Внутренней средой организма человека являются кровь, лимфа и тканевая жидкость. Основу внутренней среды составляет межклеточное вещество.

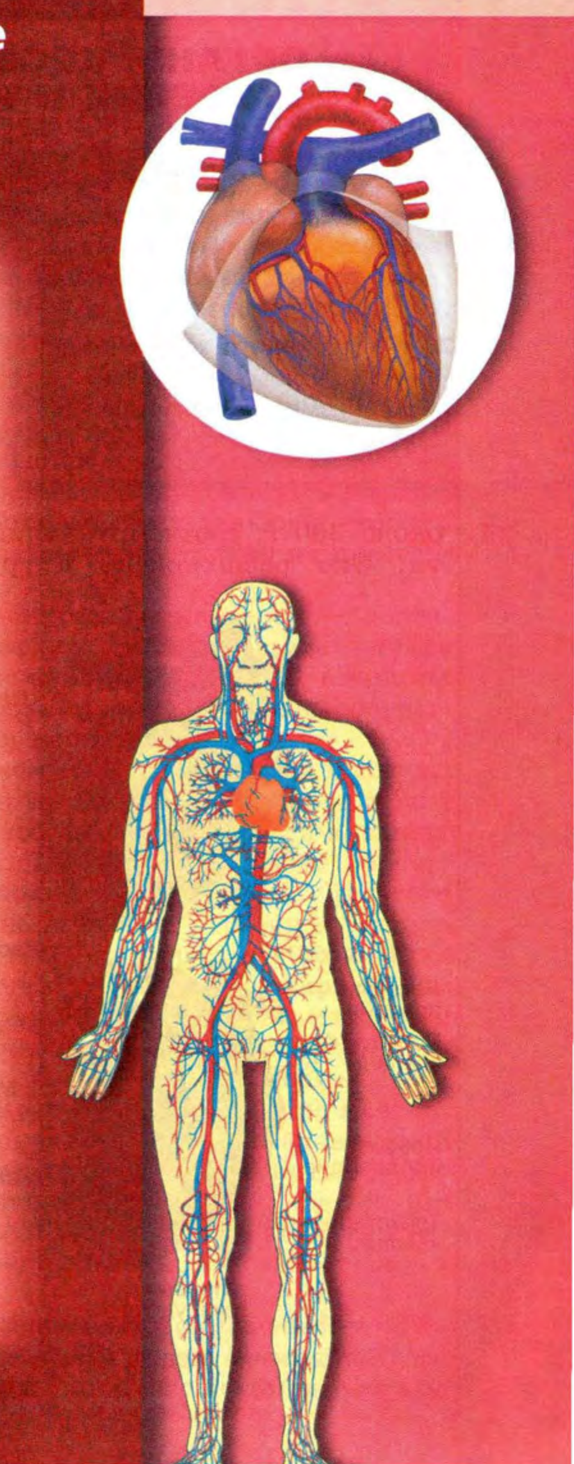
Каждая из структур, составляющих внутреннюю среду, выполняет ряд специфических функций, присущих самой внутренней среде: дыхательную, питательную, выделительную, защитную и регуляторную. Основой внутренней среды является кровь. Тканевая жидкость — передаточное звено между кровью и клетками, которые она окружает. В лимфе происходит уничтожение болезнетворных микроорганизмов.

Внутренняя среда организма отличается относительным постоянством своего состава, что является очень важным условием жизнедеятельности. Любые колебания состава внутренней среды организма, выходящие за пределы физиологической нормы, опасны для здоровья и самой жизни.

Кровь всех людей можно разделить на четыре группы, и в течение жизни группа крови у человека не меняется. Существуют две системы обозначения групп крови. В первой группы крови обозначают римскими цифрами I—IV, а во второй — латинскими буквами А, В и нулём — система АВ0. Свёртывание крови — важнейшая защитная реакция, предохраняющая организм от кровопотери при разрушении сосудов.

Под иммунитетом понимают устойчивость организма к инфекционным агентам и чужеродным веществам. Самое известное заболевание, связанное с разрушением системы иммунитета, — СПИД.

Кровообращение и лимфообращение



Осуществление внутренней средой организма своих непосредственных функций возможно только при её непрерывном движении — циркуляции. За реализацию этого процесса в организме человека отвечают особые транспортные системы: сердечно-сосудистая и лимфатическая.

ВЫ УЗНАЕТЕ

— об особенностях строения, жизнедеятельности и регуляции органов кровообращения;
— об особенностях строения и функционирования лимфатической системы и значении лимфообращения;
— о движении крови по сосудам;
— что такое давление крови и пульс;
— о сердечно-сосудистых заболеваниях, их причинах и мерах предупреждения;
— как оказать первую помощь человеку при кровотечениях.

ВЫ НАУЧИТЕСЬ

— измерять кровяное давление;
— подсчитывать свой пульс;
— распознавать на наглядных пособиях органы кровообращения.

§ 17. ОРГАНЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ. СТРОЕНИЕ И РАБОТА СЕРДЦА

ВСПОМНИТЕ

1. Какое строение имеет система кровообращения у млекопитающих? В чём выражаются особенности её строения?
2. Что такое круги кровообращения и каково их значение в организме млекопитающих животных?

Движение крови происходит благодаря работе органов кровообращения: *сердца* и замкнутой системы *сосудов*. Если сердце останавливается хотя бы на несколько мгновений, то наступает потеря сознания и, если срочно не заставить сердце снова сокращаться, смерть.

Строение сердца человека. У взрослого человека сердце — это полый мышечный орган массой около 300 г, соответствующий величине сложенной в кулак кисти. Оно расположено в грудной клетке позади грудины (с небольшим смещением влево) в специальной околосердечной сумке из соединительной ткани, называемой **перикардом** (рис. 34, *а*). Перикард выполняет защитную функцию.

Стенка сердца состоит из трёх оболочек, самой мощной из которых является средняя — **миокард**, образованная поперечно-полосатой мышечной тканью. Волокна миокарда соединяются таким образом, что возбуждение, возникающее в одной области сердечной мышцы, быстро распространяется по всему сердцу, и оно начинает сокращаться, выталкивая кровь. Это связано с большой нагрузкой на сердечную мышцу вследствие постоянного ритмичного сокращения сердца в течение всей жизни человека.

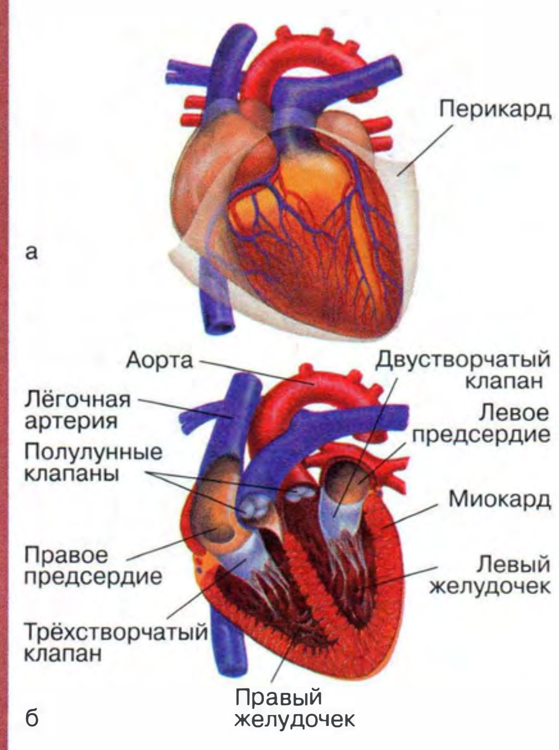


Рис. 34. Строение сердца: внешний вид (*а*) и в разрезе (*б*)

Как и у млекопитающих животных, полость сердца человека продольной перегородкой разделена на две половины, не сообщающиеся между собой, — правую и левую (рис. 34, *б*). В правой половине сердца течёт венозная кровь, в левой — артериальная. Каждая половина сердца состоит из двух камер: верхней — *предсердия* и нижней — *желудочка*. Между предсердиями и желудочками располагаются **створчатые клапаны**. Эти клапаны пропускают кровь только в одном направлении: из предсердия в желудочек, но не обратно! В перегородке между левым предсердием и левым желудочком находится *двустворчатый (митральный) клапан*. Митральным этот клапан назвали потому, что его створки по форме напоминают головной убор католических епископов — митру. В перегородке между правым предсердием и правым желудочком расположен *трёхстворчатый клапан* (см. рис. 34, *б*). Со стороны желудочков к клапанам прикреплены сухожильные нити, благодаря которым клапаны могут открываться только в сторону желудочков и соответственно пропускать кровь только из предсердий в желудочки.

Из левого желудочка выходит самая большая артерия — аорта, из правого желудочка — лёгочная артерия. В самом начале аорты и лёгочной артерии расположены **полулунные клапаны** (см. рис. 34, *б*), пропускающие кровь только в сосуды соответственно большого или малого кругов кровообращения.

Работа сердца состоит в ритмическом нагнетании крови в сосуды кругов кровообращения. Желудочки выталкивают кровь в круги кровообращения с большой силой, чтобы она могла достичь самых удалённых от сердца участков тела. Поэтому они имеют хорошо развитые мышечные стенки, особенно левый желудочек. Для того чтобы интенсивно работать всю жизнь человека, сердечная мышца должна получать питательные вещества и кислород с кровью. Кровеносная система самого сердца получила название **коронарной**. Левая и правая коронарные артерии отходят от аорты, разветвляются и снабжают всем необходимым клетки сердечной мышцы.

Автоматия сердца. Сердечная мышца обладает особым свойством — *автоматией*. Если сердце удалить из грудной клетки, оно некоторое время продолжает сокращаться, не имея никакой связи с организмом. Импульсы, заставляющие сердце биться, ритмически возникают в небольших группах мышечных клеток, которые называют *узлами автоматии*. Главный узел автоматии находится в мышце правого предсердия, именно он задаёт *ритм сердцебиений* у здорового человека.

Работа сердца. Средняя частота сердечных сокращений у человека в состоянии покоя составляет около 75 ударов в минуту. Один **сердечный цикл**, состоящий из сокращения (*систолы*) и расслаб-

ления (*диастолы*) сердца, длится 0,8 с (три фазы). Из этого времени 0,1 с занимает сокращение (систола) предсердий (I фаза), 0,3 с — сокращение (систола) желудочков (II фаза) и 0,4 с длится общее расслабление (диастола) всего сердца — *общая пауза* (III фаза). При каждом сокращении предсердий кровь из них переходит в желудочки, после чего начинается сокращение желудочков. По окончании сокращения предсердий створчатые клапаны захлопываются, и при сокращении желудочков кровь не может вернуться в предсердия. Она выталкивается через открытые полулунные клапаны из левого желудочка (по аорте) в большой круг, а из правого (по лёгочной артерии) в малый круг кровообращения. Затем наступает расслабление желудочков, полулунные клапаны закрываются и не дают крови вытекать обратно из аорты и лёгочной артерии в желудочки сердца.

Работа сердца сопровождается шумами, которые получили название тонов сердца. В случае нарушений в работе сердца эти тоны меняются, и, прослушивая их, врач может поставить диагноз.

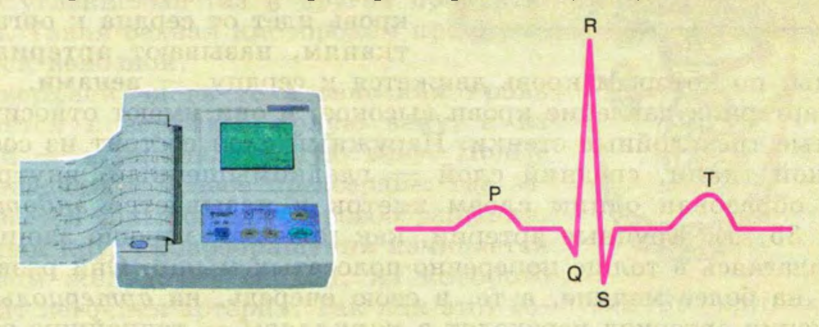
Регуляция кровообращения. Как уже говорилось, сердце обладает автоматией и может сокращаться и без влияния со стороны регуляторных систем организма. Однако в жизни человека периоды покоя и отдыха сменяются моментами большого физического и морального напряжения. Поэтому работа сердца должна сильно меняться в зависимости от того, спит обладатель сердца, сдаёт экзамен или бежит стометровку.

Работа сердца и сосудов регулируется двумя путями: нервным и гуморальным. Нервная регуляция сердца осуществляется вегетативной нервной системой, строение и работа которой будут подробно описаны ниже. Гуморальная регуляция происходит при воздействии различных химических веществ, приносимых к сердцу током крови.

Моя лаборатория

Из истории изучения кровообращения. То, что сердце — насос, перекачивающий кровь, сейчас знают все. Однако до выхода в свет в 1628 г. книги английского медика и физиолога **Уильяма Гарвея** представления о сердечно-сосудистой системе были совершенно иными. В глубокой древности считалось, что сердце — очаг теплоты в организме, а во многих сосудах циркулирует совсем даже не кровь, а воздух. Нет сомнений в том, что Гиппократ, Аристотель и Гален были великими учёными, но в изучении и описании кровеносной системы человека они сделали множество ошибок.

Электрокардиография — один из основных методов диагностики сердечно-сосудистых заболеваний, основанный на регистрации электрических явлений, возникающих на поверхности тела человека в процессе работы сердца. Так как камеры сердца сокращаются не одновременно, а в определённой последовательности, то электрические сигналы, исходящие от него, имеют сложную природу и могут быть зарегистрированы аппаратом под названием *электрокардиограф*, а затем записаны на бумаге или в памяти компьютера в виде *электрокардиограммы* (ЭКГ).



Обычно на ЭКГ можно выделить 5 зубцов: P, Q, R, S, T. Зубец P отображает возбуждение предсердий, комплекс QRS — распространение возбуждения по желудочкам (систола), сегмент ST и зубец T — процесс движения волны возбуждения в миокарде. Интервал T—P соответствует периоду покоя — диастоле.

1. Какие органы обеспечивают кровообращение и каково их значение в этом процессе?
2. Какое строение имеет сердце человека и где оно расположено?
3. Какое значение имеет коронарная кровеносная система?
4. Что такое автоматия сердца и какие структуры её обеспечивают?
5. Как осуществляется работа сердца? Раскройте особенности фаз сердечного цикла.
6. Как осуществляется регуляция работы сердца?

Перикард. Миокард. Клапаны сердца: створчатые и полулунные. Коронарная кровеносная система. Автоматия сердца. Сердечный цикл.

ПОДУМАЙТЕ! Почему при диагностике врачи особое внимание уделяют прослушиванию тонов сердца?

§ 18. СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА. ЛИМФООБРАЩЕНИЕ

ВСПОМНИТЕ

Что вам известно о кругах кровообращения у позвоночных животных?

У человека, как и у всех млекопитающих, кровеносная система замкнутого типа: кровь движется по организму только по кровеносным сосудам, не выходя за их пределы. Сосуды, по которым кровь идёт от сердца к органам и тканям, называют **артериями**, а сосуды, по которым кровь движется к сердцу, — **венами**.

В артериях давление крови высокое, и они имеют относительно толстые трёхслойные стенки. Наружный слой состоит из соединительной ткани, средний слой — гладкомышечный, внутренний слой образован одним слоем клеток и называется *эндотелием* (рис. 35, *а*). Крупные артерии, как правило, хорошо защищены, располагаясь в толще поперечно-полосатых мышц. Они разветвляются на более мелкие, а те, в свою очередь, на *артериолы*. Разветвления артериол переходят в *капилляры* — тончайшие сосуды, имеющие стенки только из одного слоя клеток. Через эти стенки происходит обмен веществ между кровью и тканями. Диаметр капилляров около 5 мкм (1 мкм равен 10^{-6} м): как раз такой, чтобы по ним, тесно прижимаясь к однослойным стенкам, смогли пройти эритроциты. Чем активнее работает какой-либо орган, тем выше в нём скорость процессов обмена веществ и лучше разветвлена капиллярная сеть.

Из капилляров кровь собирается в *венулы*, а из них — в вены. Давление в венах низкое, гораздо ниже, чем в артериях. Поэтому и стенки вен гораздо тоньше и не такие упругие, как у артерий, хотя и имеют те же три слоя. Однако гладкомышечный слой гораздо тоньше. Крупные вены имеют внутренние клапаны (рис. 35, *б*), пропускающие кровь только по направлению к сердцу.

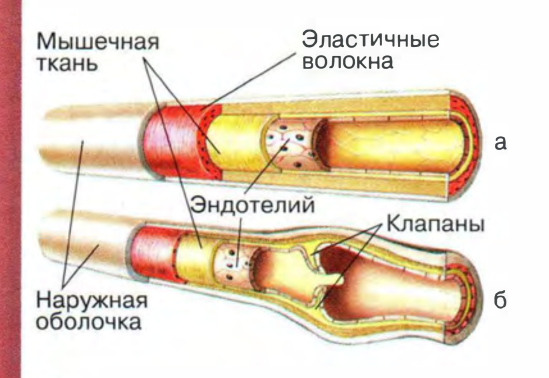


Рис. 35. Строение кровеносных сосудов: артерии (*а*), вены (*б*)

Круги кровообращения. Самая крупная артерия нашего организма — **аорта** — выходит из левого желудочка. С аорты начинается **большой круг кровообращения** (рис. 36).

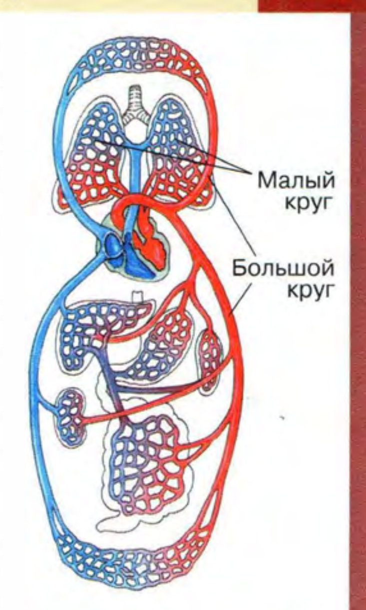


Рис. 36. Круги кровообращения

От аорты отходит ряд крупных артерий: сонные (снабжающие кровью мозг), подключичные (несущие кровь в верхние конечности), подвздошные (питающие нижнюю часть тела) и т. д. От неё же отходят коронарные артерии, обеспечивающие кровоснабжение сердечной мышцы. Отдав кислород и питательные вещества в окружающие капилляр ткани, кровь принимает из тканей углекислый газ и другие продукты обмена. Такая бедная кислородом кровь называется **венозной.**

Из верхней части тела венозная кровь собирается в верхнюю полую вену, а из нижней — в нижнюю полую вену. Полые вены впадают в правое предсердие, где заканчивается большой круг кровообращения.

Малый круг кровообращения начинается в правом желудочке сердца, из которого выходит лёгочная артерия. Так как этот сосуд выносит кровь из сердца, то он называется артерией, хотя и содержит бедную кислородом венозную кровь. Лёгочная артерия разветвляется на левую и правую лёгочные артерии, по которым эта венозная кровь попадает в лёгкие, где обогащается кислородом и превращается в **артериальную** кровь. По лёгочным венам эта артериальная кровь поступает в левое предсердие, а оттуда в левый желудочек и опять в большой круг.

Давление крови в сосудах и его измерение. Очень важным показателем состояния организма человека является **давление крови.** Если оно по какой-то причине резко снижается, то ткани (прежде всего мозг) перестают получать достаточное количество кислорода и питательных веществ. Человек становится вялым, сонливым, ему трудно усваивать новую информацию и вспоминать ранее изученный материал. При значительном снижении давления крови происходит потеря сознания и, если не принять мер для поднятия давления, человек может погибнуть. Сильное снижение давления может наблюдаться при больших потерях крови или при резком расслаблении гладких мышц артериальных сосудов.

В том случае когда давление в кровеносных сосудах сильно повышается и они не выдерживают большую нагрузку, возникает угроза разрушения капилляров — **кровоизлияние.**

Давление крови удобнее всего измерять в плечевой артерии. В этом отделе конечности у здорового человека оно составляет в мо-

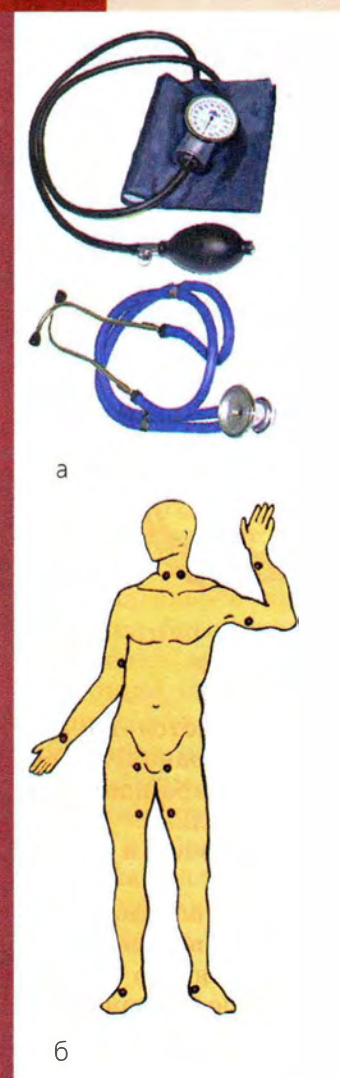


Рис. 37. Тонометр (*а*) и регистрация пульса (*б*)

мент сокращения сердца 120 мм рт. ст., а в момент расслабления 80 мм рт. ст. Для измерения давления используют прибор тонометр (рис. 37, *а*). В аорте давление значительно выше, чем в артериях пальцев руки. В крупных венах грудной полости давление практически равно атмосферному.

Скорость тока крови — важный показатель кровообращения. Разность давлений в сосудах заставляет кровь двигаться с определённой скоростью, которая зависит от сопротивления, оказываемого стенками сосудов, и от суммарной площади поперечного сечения всех сосудов. Суммарный просвет всех капилляров примерно в 1000 раз больше просвета аорты, поэтому кровь течёт в них в тысячу раз медленнее. Медленное течение крови по капиллярам способствует обмену веществ и газов между тканями и кровью.

Пульс. В момент сокращения желудочков очередная порция крови толчком поступает в аорту и вызывает колебание её стенки, которое далее распространяется по сосудам. Такие ритмические колебания стенок артерий, синхронные с сокращениями сердца, называют **артериальным пульсом.** По его частоте и силе можно судить о состоянии сердца и сосудов. Удобнее всего регистрировать пульс в тех местах, где артериальные сосуды ближе всего подходят к поверхности тела: шея, предплечье, висок и т. д. (рис. 37, *б*)

Лимфообращение. Лимфатические сосуды начинаются с замкнутых лимфатических капилляров, имеющих, как и кровеносные капилляры, тончайшие однослойные стенки. Лимфа движется по лимфатическим сосудам, самые крупные из которых способны сокращаться, обеспечивая движение жидкости по лимфатической системе. 32 В крупных лимфатических сосудах имеются клапаны, пропускающие лимфу только в одном направлении. В результате практически вся лимфа сливается в самый крупный лимфатический сосуд — **грудной проток.** Его стенки сокращаются и выталкивают лимфу в верхнюю полую вену у места впадения её в правое предсердие. Таким образом, вся лимфа возвращается в кровяное русло.

Моя лаборатория



Измерение кровяного давления

1. Ознакомьтесь с устройством тонометра.

2. Плотно оберните манжету вокруг обнажённого плеча испытуемого и закрепите её.

3. Ниже манжеты (в локтевом сгибе) установите фонендоскоп.

4. Закрыв клапан баллона, нагнетайте в манжету воздух до исчезновения пульса или до показания на циферблате манометра 140—150 мм рт. ст.

5. Приоткрыв вентиль, медленно выпускайте воздух из манжеты. Внимательно следите за показаниями манометра и одновременно прислушивайтесь к звукам в фонендоскопе.

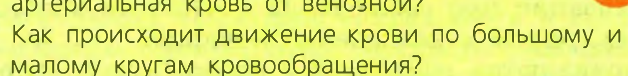
6. В момент появления пульсовых ударов отметьте показания манометра. Они соответствуют максимальному (систолическому) давлению. Только в систолу кровь проталкивается через сдавленный участок.

7. Отметьте момент исчезновения пульса: манометр указывает минимальное (диастолическое) давление. В диастолу кровь перетекает бесшумно.

8. Для большей точности повторите измерения несколько раз. Делайте это быстро, иначе может возникнуть онемение.

9. Сравните полученные величины давления с показателями у других учеников. У всех ли одинаковое давление крови?

10. Сделайте выводы. Объясните полученные результаты.



1. Чем отличаются артерии от вен, а артериальная кровь от венозной?
2. Как происходит движение крови по большому и малому кругам кровообращения?
3. Что такое давление крови? Что такое артериальный пульс? Какое значение имеет их измерение?
4. Как происходит передвижение лимфы по лимфатической системе?

Артерия. Вена. Аорта. Кровоизлияние. Давление крови. Пульс. Грудной проток.

ПОДУМАЙТЕ! Как на примере кровеносных сосудов можно доказать, что строение органов зависит от выполняемых ими функций?

§ 19. СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ. ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ КРОВОТЕЧЕНИИ

ВСПОМНИТЕ

1. Какое строение имеет сердце? Что такое миокард?
2. Что такое тромб и как он образуется?
3. Какое значение для человека имеет измерение кровяного давления и пульса?

Самой распространённой болезнью сердца является **ишемическая болезнь**. Это заболевание возникает при сужении артерий, доставляющих богатую кислородом кровь в сердечную мышцу. К сужению сосудов чаще всего приводят отложения на их стенках жироподобных веществ. Эти отложения называют **атеросклеротическими бляшками**, которые могут или сделать кровоток недостаточным для нормальной работы сердечной мышцы, или совсем прекратить ток крови по сосуду. Бляшки состоят главным образом из жироподобного вещества — **холестерина**. На поверхности этих бляшек начинают оседать тромбоциты, вызывающие образование тромба, а ведь в этом месте сосуд и так уже сужен. В результате может сформироваться тромб, окончательно закупоривающий сосуд. Таким образом, участок сердечной мышцы перестаёт получать кислород и питательные вещества и отмирает, то есть развивается инфаркт. При наиболее тяжёлых инфарктах происходит мгновенная остановка сердца, и человек умирает.

К числу часто встречающихся заболеваний сердечно-сосудистой системы относится также **гипертоническая болезнь**, которая характеризуется повышенным артериальным давлением, функциональными, а при выраженных стадиях и структурными изменениями почек, сердца и центральной нервной системы. В начальной стадии болезни артериальное давление повышается непостоянно и легко поддаётся нормализации при соблюдении соответствующего режима труда и отдыха, диеты и назначении лекарств.

Иногда на свет появляются младенцы с врождёнными **пороками сердца**, которые развились ещё до рождения, в утробе матери. Эти нарушения могут затрагивать клапаны сердца. Иногда встречаются отверстия в перегородках между желудочками или перегородках между предсердиями. В результате венозная кровь частично смешивается с артериальной кровью. Человеческий организм не может нормально жить на фоне постоянного недостатка кислорода в артериальной крови. Иногда эти отверстия с возрастом зарастают, но если этого не происходит, то их необходимо закрывать хирургическим путём.

Ещё один порок развития выражается в том, что сердце неправильно соединяется с артериями и венами. В любом из описанных

случаев кожа детей становится синюшной, ногтевые ложа также приобретают голубоватый оттенок. Дети медленно растут, отличаются физической слабостью и повышенной утомляемостью. Но хирурги-кардиологи научились исправлять все эти аномалии, и дети возвращаются к нормальной жизни. В настоящее время около 80% всех врождённых пороков сердца поддаются хирургическому лечению.

К проблемам кровообращения приводят нарушения сердечного ритма — **аритмии** (от греч. *а* — отрицательная частица и *ритмос* — ритм). Они встречаются довольно часто и могут сопровождаться неприятными ощущениями: головокружением и др. Аритмии проявляются в учащении (*тахикардия*) или замедлении (*брадикардия*) сокращений сердца, в приступах сердцебиений и др. Так называемая дыхательная, или юношеская, аритмия (учащение сердцебиений при вдохе) представляет собой физиологическое явление у детей и подростков. Лечение аритмии должно быть направлено на устранение основного заболевания и на восстановление нормального ритма сердца.

Причины сердечно-сосудистых заболеваний. Главные причины заболеваний сердечно-сосудистой системы — избыточный вес, малые физические нагрузки, злоупотребление спиртными напитками и курение.

У курильщиков каждая выкуренная сигарета приводит к длительному сужению сосудов, увеличивающему нагрузку на сердце и ухудшающему снабжение органов кровью. Часто сосуды рук и особенно ног настолько сужаются и тромбируются, что в тканях начинаются необратимые изменения, быстро приводящие к гангрене и потере конечности.

Высокие дозы алкоголя также отравляют сердечную мышцу и ухудшают её снабжение кровью. Постепенно мышечные клетки сердца перерождаются и заменяются соединительной тканью, что мешает сердцу нормально сокращаться и выталкивать кровь.

Профилактика сердечно-сосудистых заболеваний. При физических нагрузках работа сердца стимулируется и нервным, и гуморальным путями. При этом улучшается кровоснабжение сердечной мышцы и она получает больше кислорода и питательных веществ. Сердце хорошо тренированного человека способно при повышенных нагрузках выбрасывать гораздо больше крови и сокращаться чаще, чем сердце малоподвижного толстяка.

Для того чтобы тренировать сердце, совсем не обязательно приобретать какие-то тренажёры. Если человек проходит за день хотя бы несколько километров, то этой нагрузки будет вполне достаточно для поддержания сердечной мышцы в хорошем состоянии.

Первая помощь при кровотечении. Как уже говорилось, в сосудах взрослого человека находится около 5 л крови и потеря 2 л уже опасна для жизни, причём мужчины хуже переносят кровопотерю, чем женщины.

Чаще всего мы сталкиваемся с набольшими повреждениями, сопровождающимися *капиллярными кровотечениями*. Давление в капиллярах невелико, и сильного кровотечения не возникает. Достаточно обработать края ранки раствором бриллиантового зелёного («зелёнка») или иода и наложить марлевую повязку.

Более сильные кровотечения возникают при повреждении вен — *венозные кровотечения*. Струя крови, вытекающая из крупной вены с довольно большой скоростью, не даёт образоваться тромбу, прекращающему кровотечение. Поэтому нужно прикрыть рану тампоном и туго забинтовать. Сразу же после этого пострадавшего необходимо отправить в медицинское учреждение, так как сильные венозные кровотечения остановить совсем не просто.

Самыми опасными для жизни человека являются кровотечения, возникающие при повреждении артерий, — *артериальные кровотечения*. Давление в артериях высокое, и яркая алая кровь выходит из раны толчками, а то и бьёт фонтаном. Такое кровотечение при помощи повязки не остановить, и необходимо пережать повреждённый сосуд выше места кровотечения. Если пострадала конечность, то на неё необходимо наложить жгут (рис. 38) и отметить время его наложения (написать записку). Жгут делают из материи, резины или любого другого материала, которым можно туго перетянуть конечность. Под жгут обязательно подкладывают мягкую ткань, для того чтобы при его закручивании не повредить кожу. Если жгут наложен правильно, то кровотечение останавливается, конечность бледнеет. Пострадавшего необходимо срочно доставить к врачу, так как лишать конечность кровоснабжения надолго нельзя.

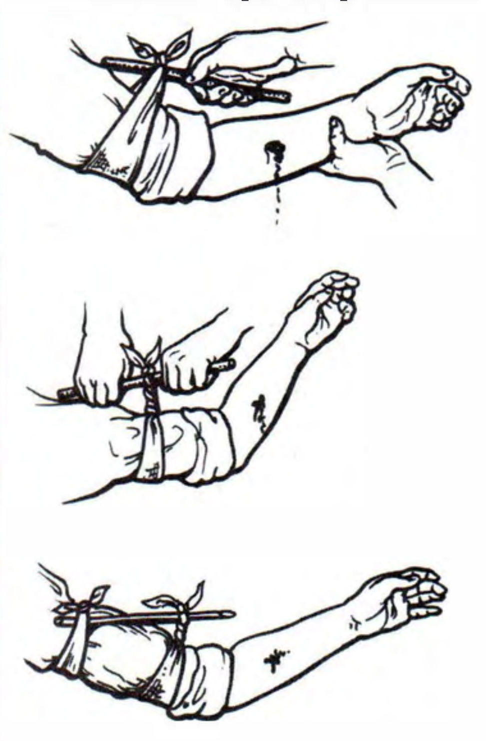


Рис. 38. Первая помощь при кровотечениях

Важно помнить, что жгут нельзя держать больше 2 ч летом и 1 ч зимой. Если время прошло, то жгут необходимо снять на 10—15 мин. Это делают для того, чтобы кровь могла попасть в повреждённую конечность для снабжения её кислородом и выноса продуктов обмена. Затем жгут следует наложить снова ниже или выше его прежнего расположения.

Если при травме организма кровь выходит из повреждённых сосудов в полость тела и межтканевые промежутки, то такое кровотечение называют *внутренним*. Хотя кровь и не выходит за пределы организма, но она покидает кровяное русло: давление в сосудах падает и органы не получают достаточного количества кислорода и питательных веществ. Пострадавший бледнеет, его пульс учащается и слабеет, дыхание делается частым и поверхностным. В этом случае человека следует уложить, обеспечить приток свежего воздуха, а к предполагаемому месту кровотечения прикладывать что-нибудь холодное: бутылку или грелку с холодной водой, пакет со снегом или льдом. И конечно, необходимо срочно вызвать врача.

С такими тяжёлыми травмами мы, к счастью, сталкиваемся редко, а вот результаты небольших внутренних кровотечений мы видим практически постоянно. Это так называемые синяки, возникающие при небольших ушибах, растяжениях связок и т. п. Если ушиблена голова, то на травмированном месте возникает шишка, то есть скопление крови в надкостнице. Если приложить к этому месту что-нибудь холодное, то кровоток в этом месте ослабнет и шишка будет меньше.

1. Какие сердечно-сосудистые заболевания человека вам известны? В чём они проявляются, каковы их возможные причины?
2. Охарактеризуйте основные причины сердечно-сосудистых заболеваний.
3. Каковы основные пути профилактики заболеваний сердечно-сосудистой системы?
4. Какие различают виды кровотечений и каковы их основные признаки?
5. Каковы основные приёмы оказания первой помощи при различных видах кровотечений?

Аритмия. Ишемическая болезнь. Атеросклеротические бляшки. Холестерин. Гипертоническая болезнь. Пороки сердца.

ПОДУМАЙТЕ! Почему вредны курение и спиртные напитки (алкоголь)?

ВЫВОДЫ К ГЛАВЕ 4

Внутренняя среда может осуществлять свои функции только при непрерывной циркуляции по организму, которую осуществляют сердечно-сосудистая и лимфатическая системы.

Кровообращение происходит благодаря работе сердца и замкнутой системе сосудов. Как и у всех млекопитающих, сердце человека имеет четыре камеры: два предсердия и два желудочка. Сердце работает в течение всей жизни человека. Работа сердца и сосудов регулируется нейрогуморально.

У человека кровь циркулирует только по кровеносным сосудам, образующим два круга кровообращения. Большой круг кровообращения начинается в левом желудочке, а заканчивается в правом предсердии. Артериальная кровь, проходя через сосуды и капилляры большого круга, расположенные в тканях и органах головы, туловища и конечностей, превращается в венозную. Малый круг кровообращения начинается в правом желудочке сердца, а заканчивается в левом предсердии. Венозная кровь поступает в лёгочную артерию, затем — в капилляры, расположенные в лёгких. Там венозная кровь превращается в артериальную. Двигаясь по кругам кровообращения, кровь выполняет свои основные функции.

Давление крови в сосудах и пульс — важные показатели состояния организма человека. По частоте и силе пульса можно судить о состоянии сердца и сосудов. Удобнее всего регистрировать пульс в тех местах, где артериальные сосуды ближе всего подходят к поверхности тела.

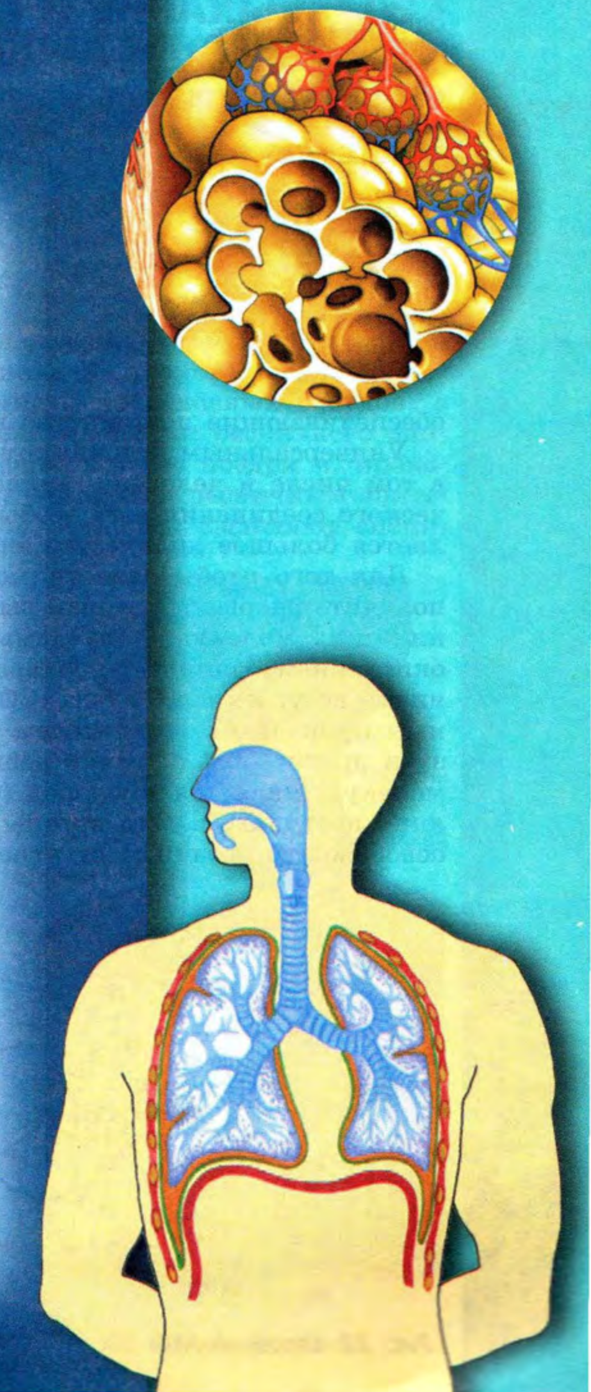
Лимфа двигается по лимфатическим сосудам, самые крупные из которых способны сокращаться, обеспечивая движение жидкости по лимфатической системе.

Самыми распространёнными болезнями сердца являются ишемическая болезнь, гипертония и врождённые пороки. К проблемам кровообращения также приводят нарушения сердечного ритма — аритмии. Главные причины заболеваний сердечно-сосудистой системы — избыточный вес, малые физические нагрузки, злоупотребление спиртными напитками и курение.

При физических нагрузках улучшается кровоснабжение сердечной мышцы, и она получает больше кислорода и питательных веществ.

Важно сохранять целостность сосудистой системы. При возникновении кровотечений необходимо спокойно и правильно оказать первую медицинскую помощь.

Дыхание



Дыхание – совокупность процессов, участвующих в обеспечении организма кислородом и выделении углекислого газа. Без пищи человек может прожить более 50 дней, без воды – примерно 5 дней, а вот без дыхания – около 5 минут.

ВЫ УЗНАЕТЕ

– о значении дыхания для жизнедеятельности организма;
– о строении органов дыхания и особенностях их работы;
– о процессах газообмена, происходящих в лёгких и тканях;
– о регуляции дыхания;
– о вреде курения и болезнях органов дыхания;
– как оказать первую помощь при отравлении угарным газом и спасении утопающего, об общих приёмах реанимации.

ВЫ НАУЧИТЕСЬ

– измерять обхват грудной клетки в состоянии вдоха и выдоха;
– определять частоту дыхания;
– распознавать на наглядных пособиях органы дыхательной системы.

§ 20. ДЫХАНИЕ И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ. ОРГАНЫ ДЫХАНИЯ

ВСПОМНИТЕ

1. Что такое АТФ?
2. Какое строение имеют органы дыхания у позвоночных животных, обитающих в наземно-воздушной среде?

Почти все процессы, протекающие в организме человека, требуют затрат энергии. Бег и ходьба, решение задач по математике и физике — на всё это уходит очень много энергии. Даже когда человек спокойно спит в своей кровати, энергия расходуется на поддержание постоянной температуры тела и различные реакции, обеспечивающие постоянство внутренней среды организма.

Универсальным источником энергии в любом живом организме, в том числе и человека, является **АТФ**. В молекулах этого химического соединения есть особые связи, при разрыве которых выделяется большое количество энергии (рис. 39).

Для того чтобы запасти молекулы **АТФ**, человеку необходимо получить энергию, которая выделяется при распаде крупных органических молекул, получаемых с пищей. Этот процесс называют **окислением**. Например, сахара (глюкоза и др.) окисляются в организме до углекислого газа (CO_2) и воды (H_2O). А самым эффективным природным окислителем — веществом, заставляющим глюкозу и другие органические вещества распадаться до более простых молекул, является кислород (O_2) воздуха, который должен постоянно поступать во все органы и ткани. Одновременно необходимо освобождать организм от углекислого газа, который является конечным продуктом окисления питательных веществ.

Совокупность процессов, обеспечивающих поступление в организм кислорода, выделение из него углекислого газа и использование кислорода клетками и тканями для окисления сложных веществ с освобождением содержащейся в них энергии, необходимой для жизнедеятельности, называют **дыханием**. Обычно выделяют три этапа дыхания: 1) **внешнее** (лёгочное) **дыхание** — про-

Рис. 39. Строение АТФ

цесс обмена газами (*газообмен*) кислородом и углекислым газом между лёгкими и атмосферой; 2) **транспортировка газов кровью** — кислорода из лёгких в ткани и органы, а углекислого газа из тканей в лёгкие для удаления из организма; 3) **тканевое дыхание** — газообмен в тканях, в результате чего кислород используется для синтеза АТФ и образуется углекислый газ и вода.

Строение и функции органов дыхания. Дыхательные (воздухоносные) пути — это последовательно соединённые между собой полости и трубки, по которым воздух, содержащий кислород, из окружающей среды достигает лёгких. Различают верхние и нижние дыхательные пути (рис. 40).

Верхние дыхательные пути начинаются *носовой полостью*, поделённой перегородкой на две половины. В слизистой оболочке носовой полости находится большое число кровеносных сосудов, а верхний слой этой оболочки образован клетками ресничного эпителия. Воздух попадает в носовую полость через ноздри и, проходя по ней, согревается, увлажняется, очищается ресничным эпителием от пылинок. Железы слизистой оболочки выделяют специальные бактерицидные вещества, а на поверхности слизистой находится большое число лейкоцитов, которые также уничтожают бактерии. Таким образом, в носовой полости воздух очищается и от множества бактерий.

Пройдя через носовую полость, воздух попадает в *глотку*, а затем в *гортань*, от которой начинаются **нижние дыхательные пути**. Гортань образована несколькими хрящами, самым крупным из которых является *щитовидный*. Специальный *надгортанный хрящ* (*надгортанник*) прикрывает вход в гортань во время глотания пищи.

Из гортани воздух попадает в *трахею*. Трахея образована 16—20 неполными *хрящевыми кольцами*, не позволяющими её стенкам спадаться. Приблизительно на уровне 5-го грудного позвонка трахея разветвляется на два бронха (см. рис. 40), также образованных хрящевыми кольцами. Бронхи

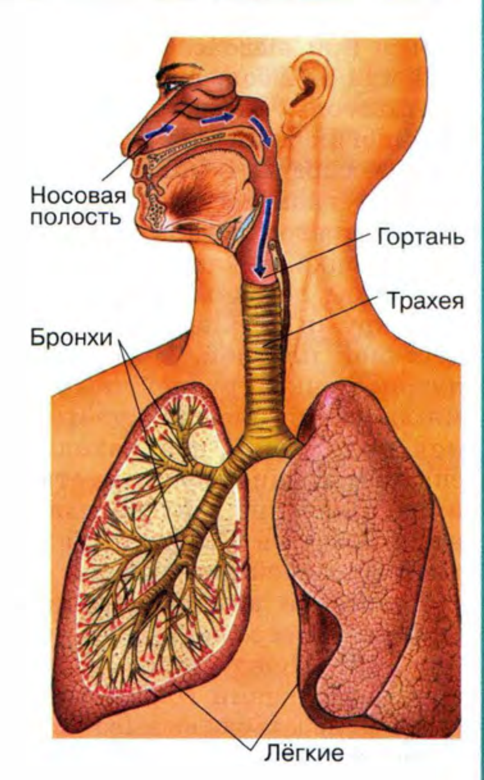


Рис. 40. Органы дыхания



Рис. 41. Строение альвеол

многократно ветвятся на более мелкие трубочки, образуя *бронхиальное дерево*. Самые тонкие бронхиальные ветви называют **бронхиолами**. От них отходят тончайшие ходы, стенки которых образуют многочисленные выпячивания — **альвеолы**, или лёгочные пузырьки.

Каждая альвеола оплетена густой сетью капилляров малого круга кровообращения (рис. 41). Через стенки этих альвеол и капилляров происходит газообмен между воздухом и кровью: в кровь из альвеолярного воздуха поступает кислород, а из крови в альвеолярный воздух — углекислый газ. Стенки альвеол образованы одним слоем плоского эпителия. Изнутри альвеолы покрыты особым (в виде плёнки) веществом, которое не даёт им спадаться при выдохе. В обоих лёгких человека насчитывается около 350 млн альвеол, а их общая поверхность составляет более 150 $м^2$.

Альвеолы, отходящие от одной бронхиолы, называют **ацинусом**. Из многих ацинусов слагаются *дольки*, из долек — *сегменты*, которые собраны в *доли*, а доли образуют левое и правое **лёгкое**. В левом лёгком две доли, образованные разветвлениями левого бронха, а в правом лёгком три доли, образованные разветвлениями правого бронха. В каждое лёгкое входит одна лёгочная артерия, а выходят две лёгочные вены.

Снаружи лёгкие покрыты внутренним плевральным листком — **лёгочной плеврой**. Наружный плевральный листок выстилает изнутри стенки грудной полости (*пристенная плевра*). Между двумя листками плевры остаётся небольшое пространство — *плевральная полость*. В ней находится *плевральная жидкость*, которая снижает трение между листками плевры при дыхательных движениях. Давление в плевральной полости несколько ниже атмосферного. Воздух в плевральной полости полностью отсутствует, что является важнейшим условием осуществления наружного дыхания.

Голосовой аппарат человека. Поперёк гортани натянуты эластичные *голосовые связки*, образованные соединительной тканью (рис. 42). Между голосовыми связками находится *голосовая щель*. При напряжении голосовых связок выдыхаемый воздух заставляет их колебаться, вызывая звуковые колебания. Во время дыхания голосовые связки широко раздвигаются, а вот при создании звука они почти полностью смыкаются.



Рис. 42. Голосовой аппарат

Характеристики звуков, издаваемых человеком, особенно при членораздельной речи, зависят также от сокращения мышц глотки, ротовой полости и т. д. В период полового созревания гортань у юношей разрастается больше, чем у девушек, и голосовые связки сильно удлиняются. В результате голос у мужчины снижается почти на октаву, «ломается». Голос у девушек меняется меньше.

Речевой аппарат человека. Речевой аппарат состоит из подвижных и неподвижных частей. К подвижным частям относятся губы, язык, нижняя челюсть, нёбная занавеска с маленьким язычком, к неподвижным — верхняя челюсть, зубы и их альвеолы. В зависимости от того, какое положение примут подвижные части речевого аппарата, образуется тот или иной членораздельный звук. Произношение может быть нормальным, то есть чётким и ясным, и нарушенным, когда присутствует целый ряд отклонений от нормы. Эти отклонения обусловлены дефектами строения речевого аппарата или функциональным расстройством отдельных участков центральной нервной системы. Занятия по технике речи и постановке голоса обеспечивают исправление недостатков произношения.



1. Какие этапы дыхания выделяют и каково их значение?
2. Охарактеризуйте строение и функции органов дыхания.
3. Чем различается строение правого и левого лёгкого?
4. Какие виды тканей преобладают в строении органов дыхательной системы и почему?
5. От чего зависят характеристики звуков, издаваемых человеком, и индивидуальные различия голоса?
6. Каковы основные пути исправления дефектов речи?

Дыхание. Окисление. Бронхиолы. Альвеолы. Ацинус. Лёгочная плевра. Голосовой аппарат.

ПОДУМАЙТЕ! Какое значение имеют хрящевые кольца в стенках трахеи и бронхов и почему в трахее они неполные?

§ 21. МЕХАНИЗМ ДЫХАНИЯ. ЖИЗНЕННАЯ ЁМКОСТЬ ЛЁГКИХ

ВСПОМНИТЕ

1. Чем отличаются дыхательные движения у земноводных (лягушки) от движений у млекопитающих животных? Чем это объясняется?
2. Как осуществляется транспорт газов кровью? Какие форменные элементы отвечают за этот процесс?

Дыхательные движения обеспечивают **вдохи** и **выдохи**, то есть попеременные увеличения и уменьшения объёма лёгких. При вдохе межрёберные мышцы, сокращаясь, поднимают рёбра, а диафрагма отодвигается в сторону брюшной полости, становясь менее выпуклой. В результате этого объём грудной полости увеличивается (рис. 43). Так как давление в грудной полости ниже атмосферного, то при увеличении её объёма растягиваются и лёгкие. Давление в них на какой-то момент также становится ниже атмосферного, и в лёгкие по дыхательным путям устремляется воздух из окружающей среды.

При необходимости глубокого дыхания, кроме межрёберных мышц и диафрагмы, сокращаются также мышцы туловища и плечевого пояса. Выдох обычно пассивен, то есть он является следствием прекращения вдоха: межрёберные мышцы расслабляются, рёбра опускаются, диафрагма также расслабляется и объём грудной полости, а вместе с ней и лёгких уменьшается. Давление в лёгких становится выше атмосферного, и воздух выходит из них по дыхательным путям. При глубоком выдохе происходит дополнительное сокращение межрёберных и брюшных мышц, и объём выдыхаемого воздуха возрастает.

Типы внешнего дыхания у женщин и мужчин несколько различаются. У мужчин брюшной тип дыхания, то есть они дышат главным образом за счёт сокращения диафрагмы, а у женщин грудной, то есть они дышат за счёт сокращения межрёберных мышц.

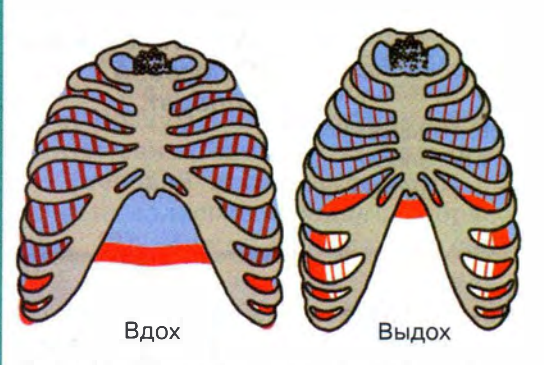


Рис. 43. Механизмы вдоха и выдоха

Жизненная ёмкость лёгких. Если человек сделает максимально возможный вдох, а затем изо всех сил выдохнет воздух, то объём этого выдохнутого воздуха составит **жизненную ёмкость лёгких (ЖЁЛ).** Среднее зна-

чение ЖЁЛ составляет 3500 $см^3$ и сильно зависит от возраста, пола, тренированности человека. От рождения до взросления этот показатель увеличивается примерно в 45 раз и может достигать у тренированного человека более 5000 $см^3$.

Газообмен в лёгких и тканях других органов. При вдохе лёгкие заполняются воздухом, который в основном содержит кислород, углекислый газ, азот и пары воды (табл. 1).

Таблица 1

Состав вдыхаемого, выдыхаемого и альвеолярного воздуха

Воздух	Газы, входящие в состав воздуха, %		
	Кислород	Углекислый газ	Азот и пары воды
Вдыхаемый	20,94	0,03	79,03
Выдыхаемый	16,30	4,00	79,70
Альвеолярный	14,20	5,20	80,60

В альвеолах кислород переходит из альвеолярного воздуха в кровь, а углекислый газ — из крови в альвеолярный воздух (рис. 44). Это происходит благодаря тому, что кровь, поступающая в лёгкие по сосудам малого круга кровообращения из правого желудочка сердца, содержит много углекислого газа. В лёгких углекислый газ переходит из кровеносных сосудов в альвеолы и выдыхается в окружающую среду. 44 Кислород из воздуха, заполняющего альвеолы при вдохе, наоборот, переходит в кровь, находящуюся в капиллярах малого круга. В крови кислород связывается гемоглобином эритроцитов, и кровь, ставшая теперь артериальной, устремляется по сосудам к сердцу.



Рис. 44. Газообмен

В тканях других органов наблюдается обратная картина. В межклеточной жидкости и в клетках кислорода значительно меньше, чем в крови, приносимой по сосудам большого круга кровообращения из левого желудочка сердца. Гемоглобин отдаёт кислород, который выходит в тканевую жидкость, окружающую кровеносные капилляры, а затем попадает в клетки. В клетках кислород используется для окисления органических соединений, что приводит к освобождению энергии и образованию основного конечного продукта распада органических соединений — углекислого газа.

Энергия используется клетками для процессов жизнедеятельности, а вот углекислый газ необходимо постоянно удалять. Поэтому он переходит из клеток сначала в межклеточную жидкость, а затем через однослойные стенки капилляров попадает в кровь. В крови часть углекислого газа связывается гемоглобином, а часть растворяется в плазме крови. С током крови углекислый газ достигает правого предсердия, а затем правого желудочка, откуда по лёгочным артериям переносится в лёгкие, где и удаляется из организма.

Чем больше физическая и умственная нагрузка на организм, тем больше ему нужно энергии, а значит, и кислорода для её получения. Поэтому при активной деятельности одновременно увеличивается частота и глубина дыхания, а также учащается ритм сердцебиений и объём крови, выбрасываемый из сердца в круги кровообращения.

Моя лаборатория



Измерение обхвата грудной клетки в состоянии вдоха и выдоха

1. С помощью сантиметровой ленты измерьте окружность грудной клетки. Для этого испытуемый поднимает руки, экспериментатор накладывает ленту так, чтобы она проходила по нижним углам лопаток. Спереди лента должна проходить по среднегрудинной точке и плотно прилегать к телу. Затем испытуемый опускает руки. Окружность груди измеряется в трёх фазах: во время обычного спокойного дыхания (в паузе), при максимальном вдохе и максимальном выдохе.

2. Определите разность между величинами окружности груди на выдохе и вдохе. Это и есть экскурсия грудной клетки. Полученный результат запишите.

Величина экскурсии грудной клетки у молодых здоровых людей обычно лежит в интервале от 6 до 9 см.

Лёгочные объёмы. В спокойном состоянии человек вдыхает и выдыхает около 500 см^3 воздуха — *дыхательный объём*. Его можно измерить с помощью специального прибора — *спирометра*.

После спокойного вдоха можно дополнительно вдохнуть ещё примерно 1500 см^3 воздуха, а после спокойного выдоха можно выдохнуть ещё 1500 см^3 воздуха. Это так называемые *резервные объёмы* соответственно вдоха и выдоха. Таким образом, жизненная ёмкость лёгких складывается из значений трёх основных показателей: дыхательного объёма и резервных объёмов вдоха и выдоха — и составляет примерно 3500 см^3. Однако даже после самого глубокого выдоха в лёгких остаётся около 1000 см^3 воздуха, необходимого для того, чтобы альвеолы не спадались, — *остаточный объём*.

Общая ёмкость лёгких	=	Дыхательный объём 0,5 л	+	Резерв выдоха 1,0—1,5 л	+	Резерв вдоха 1,5—2,5 л	+	Остаточный объём

Сколько же кислорода необходимо человеку? В состоянии покоя, во сне — 15—20 л в час, но при значительных физических нагрузках — до 100 л в час.



1. Каков механизм дыхательных движений, обеспечивающих у человека вдох и выдох?
2. Что такое жизненная ёмкость лёгких и от чего она зависит?
3. Охарактеризуйте особенности транспорта газов кровеносной системой как важнейшего этапа дыхания.
4. Как изменяется состав вдыхаемого и выдыхаемого воздуха?
5. Как происходит газообмен в лёгких и в других органах?

Дыхательные движения: вдох и выдох. Жизненная ёмкость лёгких. Газообмен.

ПОДУМАЙТЕ! Почему в выдыхаемом воздухе больше кислорода и меньше углекислого газа, чем в альвеолярном воздухе?

§ 22. РЕГУЛЯЦИЯ ДЫХАНИЯ. ОХРАНА ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

ВСПОМНИТЕ

1. Какие различают виды регуляции работы органов и их систем? В чём принципиальное различие в механизмах их работы?
2. Что такое рецепторы и эффекторы?

Как и на работу других систем органов, на дыхательную систему оказывают влияние механизмы гуморальной и нервной регуляции. *Регуляция дыхания* обеспечивает согласованную работу мышц, отвечающих за ритмическое чередование вдохов и выдохов в соответствии с энергетическими потребностями организма.

Нервная регуляция осуществляется благодаря особому **дыхательному центру**, расположенному в головном мозге. Этот центр был открыт русским физиологом **Николаем Александровичем Миславским** в 1919 г. Именно он установил, что в продолговатом мозге имеются группы нейронов, разрушение которых приводит к остановке дыхания.

Дыхательный центр находится в состоянии постоянной активности и обладает автоматией: в нём (как и в сердце) ритмически возникают импульсы возбуждения, которые по нервам передаются мышцам, обеспечивающим дыхательные движения. Дыхательный центр возбуждается примерно 15 раз в минуту, что соответствует средней частоте дыхательных движений у человека, находящегося в состоянии покоя.



Н. А. Миславский (1854—1928)

Одна группа нервных клеток дыхательного центра отвечает за вдох, а другая — за выдох. Причём вдох и выдох рефлекторно стимулируют друг друга. Нервные клетки, отвечающие за вдох, связаны через спинной мозг с теми мышцами, которые приподнимают рёбра и опускают диафрагму, что и является причиной поступления воздуха в лёгкие. Стенки лёгких расслабляются, и сигнал об этом приходит в дыхательный центр, благодаря чему начинается новый дыхательный цикл.

Для того чтобы произошёл глубокий выдох, необходимо возбуждение нейронов дыхательного центра, которые вызывают сокращение мышц, приводящих к уменьшению объёма грудной клетки.

Человек способен произвольно задерживать, урежать или учащать дыхание, менять его глубину. Это возможно потому, что деятельность дыхательного центра продолговатого мозга находится под контролем высших отделов головного мозга. Благодаря такому контролю человек может произвольно задерживать дыхание на несколько минут. Например, девушки, занимающиеся синхронным плаванием, способны оставаться под водой до 6 мин!

На активность дыхательного центра влияет целый ряд веществ, действующих гуморально. Например, в стенках многих сосудов расположены рецепторы, возбуждающиеся при повышении содержания углекислого газа в крови. От них импульсы следуют в дыхательный центр, вызывая учащение дыхания. При физических и эмоциональных нагрузках частота дыхания резко возрастает, чтобы обеспечить возросшие потребности организма в кислороде и соответственно удаление увеличенных количеств углекислого газа.

Защитные рефлексы дыхательной системы. При вдыхании паров веществ, раздражающих рецепторы слизистой оболочки дыхательных путей (хлор, аммиак), происходит мгновенный рефлекторный *спазм* мышц гортани, бронхов и задержка дыхания.

К защитным рефлексам следует отнести также короткие резкие выдохи — кашель и чихание. **Кашель** возникает при раздражении бронхов. При этом происходит глубокий вдох, за которым следует усиленный резкий выдох. Голосовая щель открывается и происходит выброс воздуха, сопровождаемый звуком кашля. **Чихание** возникает при раздражении слизистых оболочек носовой полости. Происходит резкий выдох, похожий на тот, который наблюдается при кашле, но, когда воздух толчком выбрасывается из лёгких, язык блокирует заднюю часть ротовой полости и для воздуха остаётся единственный путь наружу — через нос. При чихании и кашле из дыхательных путей удаляются инородные частицы, слизь и т. п.

Проявления эмоционального состояния человека (смех и плач) ничто иное, как долгие вдохи, за которыми следуют короткие, резкие выдохи. А вот **зевота** — долгий вдох и долгий, постепенный выдох. По-видимому, зевота нужна для того, чтобы хорошо провентилировать лёгкие перед сном.

Охрана воздушной среды. Окружающий человека воздух должен быть чистым, то есть в нём не должны присутствовать инородные частицы, вредные химические примеси. В душной, давно непроветриваемой комнате содержание кислорода уменьшается незначительно, а вот уровень углекислого газа растёт довольно быстро, что приводит к снижению умственной работоспособности, быстрому утомлению, головной боли.

Многие пластмассы, из которых сделаны окружающие нас вещи, постоянно выделяют в окружающую воздушную среду вред-

ные газы, например *фенол*. Повышенное содержание этих газов также вредит здоровью человека. Очень опасно присутствие во вдыхаемом воздухе угарного газа (CO). Его молекулы очень активно связывают гемоглобин в эритроцитах, образуя прочное соединение карбоксигемоглобин. Если содержание угарного газа в воздушной среде составляет всего 0,02%, то это уже смертельно для человека: гемоглобин быстро будет связан с угарным газом и не сможет переносить кислород к тканям, что повлечёт за собой потерю сознания и гибель.

В свежем чистом воздухе обязательно содержится определённое количество частиц, несущих на себе электрический заряд. Наличие этих частиц говорит о хорошем качестве воздуха. Отрицательно заряженные ионы быстро оседают на частицах пыли, и воздух теряет свои лечебные свойства.

Минимальный уровень содержания отрицательно заряженных частиц в воздухе должен находиться в пределах 500—600 частиц в 1 $см^3$, а рекомендуемый — 4000—5000 частиц в 1 $см^3$. При этом их средний уровень следующий: городская квартира — 25—100 частиц в 1 $см^3$; городская улица — 100—150 частиц в 1 $см^3$; лесной воздух — 2000—50 000 частиц в 1 $см^3$; воздух после грозы — 50 000—100 000 частиц в 1 $см^3$.

Вокруг нас имеется масса источников пыли: и бытовых, и производственных. В больших городах в 1 $см^3$ воздуха взвешены сотни тысяч микроскопических частиц. За год на 1 $м^2$ городской площади оседает не менее 1,5 кг пыли, в сельских районах пыли обычно меньше.

Вместе с пылью во взвешенном состоянии находятся многочисленные микроорганизмы: споры бактерий, цисты простейших, грибы, вирусы. Причём многие из этих микроорганизмов являются возбудителями болезней человека. Летом в воздухе больших городов количество бактерий может достигать 5 тыс. в 1$м^3$. После нескольких уроков в воздухе школьного класса количество бактерий может достигать 15 000 в 1 $м^3$. Вот почему необходимо проветривать классные помещения и часто производить в них влажную уборку.

Вред курения. Курение распространилось в Европе после того, как из недавно открытой Америки был завезён табак. К концу XVII в. табак попал и в Россию, но поскольку вред курения был очевиден, то сначала оно было запрещено и являлось уголовным преступлением. К сожалению, сейчас табакокурение распространено довольно широко. Целый ряд веществ, содержащихся в табаке, и прежде всего **никотин**, раздражают слизистые оболочки дыхательных путей, приводят к бронхитам, вызывают постоянный кашель, делают голос хриплым. Некоторые продукты, образующие-

ся при сгорании табака и бумаги, не выводятся из дыхательных путей и являются причиной возникновения раковых заболеваний. Большой проблемой является так называемое пассивное курение. Некурящий человек, находящийся в прокуренном помещении, за 1 ч вдыхает дозу никотина и дыма, содержащуюся в трёх сигаретах. Вот почему сейчас во всём мире ведётся борьба с курением и его запрещают в общественных местах.

Моя лаборатория



Определение частоты дыхания

1. Испытуемый садится и расслабляется в течение нескольких минут.

2. Экспериментатор подсчитывает число вдохов в течение 1 мин.

3. Повторите то же самое ещё 2 раза и подсчитайте среднее число вдохов. Данные запишите в тетрадь.

4. Испытуемый осуществляет бег на месте в течение 1 мин.

5. Повторите пп. 2 и 3 исследования.

6. Сравните число вдохов в спокойном состоянии и после физической нагрузки.

7. Почему увеличивается число вдохов после физической нагрузки? Сделайте выводы.



1. Охарактеризуйте механизмы регуляции дыхательных движений.
2. В чём выражается автоматия дыхательного центра?
3. Какие защитные рефлексы дыхательной системы вам известны и в чём они проявляются?
4. Какое значение для человека имеет охрана окружающей среды?

@ Подготовьте сообщение о вреде курения.



Дыхательный центр. Кашель. Чихание. Зевота. Никотин.

ПОДУМАЙТЕ! Почему после нескольких энергичных и глубоких вдохов наблюдается урежение дыхания, а иногда и его полная остановка на некоторое время?

§ 23. ЗАБОЛЕВАНИЯ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ, ИХ ПРОФИЛАКТИКА. РЕАНИМАЦИЯ

ВСПОМНИТЕ

1. Какое значение имеет эпителий, покрывающий воздухоносные пути?
2. Каким образом кровь реализует свою защитную функцию?
3. Как осуществляется регуляция дыхания?

Органы дыхательной системы подвержены многим инфекционным заболеваниям, с которыми хорошо знаком любой человек. Среди них различают *воздушно-капельные* и *капельно-пылевые* инфекции. Первые передаются при непосредственном контакте с больным человеком (при кашле, чихании или разговоре), вторые — при контакте с предметами, которыми пользовался больной. Наиболее распространены вирусные инфекции (грипп) и острые респираторные (дыхательные) заболевания (ОРЗ, ОРВИ, а также ангина, туберкулёз и бронхиальная астма).

Грипп и ОРВИ (острые респираторные вирусные инфекции) передаются воздушно-капельным путём. У больного поднимается температура, появляются озноб, ломота в теле, головная боль, кашель и насморк. Нередко после этих заболеваний, особенно гриппа, наблюдаются серьёзные осложнения, связанные с нарушением работы внутренних органов — лёгких, бронхов, сердца и др.

Туберкулёз лёгких вызывает бактерия — *палочка Коха*, названная по имени описавшего её учёного. Этот возбудитель заболевания широко распространён в природе, но обычно иммунная система здорового человека активно подавляет его развитие. Однако при неблагоприятных условиях (сырость, недостаточное питание, сниженный иммунитет) болезнь может перейти в острую форму, приводящую к физическому разрушению лёгких. К сожалению, в связи с ухудшением экологической обстановки это заболевание всё чаще встречается даже у людей, ведущих правильный образ жизни.

Распространённым заболеванием лёгких является **бронхиальная астма.** При этом заболевании сокращаются мышцы, входящие в стенки бронхов, и происходит приступ удушья. Причина астмы — аллергическая реакция на самые, казалось бы, безобидные вещества: бытовую пыль, шерсть животных, пыльцу растений и т. п. Для ликвидации мучительного и опасного удушья применяют целый ряд лекарств. Некоторые из них вводят в лёгкие в виде аэрозолей, и они действуют непосредственно на бронхи, расширяя их.

Органы дыхания подвержены также **онкологическим (раковым) заболевания.** Чаще всего они возникают у хронических курильщиков.

Профилактика инфекционных заболеваний органов дыхания заключается в том, чтобы ограничить контакты с уже больными людьми или уменьшить степень воздействия на эти органы вредных примесей, содержащихся в воздухе: пыли, выхлопных газов, выбросов промышленных предприятий, табачного дыма, так как все эти примеси, отрицательно влияя на органы дыхания, делают их более восприимчивыми к возбудителям инфекционных заболеваний.

Необходимо постоянно повышать сопротивляемость организма инфекциям, систематически закаливая его. *Закаливание* должно быть длительным и постепенным, только в этом случае можно добиться желаемого результата. Существуют разнообразные комплексы закаливания: обтирание, купание, воздушные ванны и т. п. При постепенном возрастании степени воздействия на организм закаливающих факторов происходит повышение устойчивости всех систем организма к неблагоприятным климатическим факторам: холоду, сырости. Очень хорошие результаты даёт специальная физкультура, укрепляющая дыхательную мускулатуру и улучшающая вентиляцию лёгких.

Но если уж какое-либо заболевание органов дыхательной системы возникло, то его необходимо лечить, причём начать лечение желательно с самых ранних стадий недуга. Для ранней диагностики заболеваний лёгких применяют **флюорографию** — фотографирование изображения грудной клетки, просвечиваемой рентгеновским излучением. Флюорографию нужно делать хотя бы раз в два года. Это позволяет выявить целый ряд опаснейших заболеваний на ранних стадиях.

Первая помощь при остановке дыхания. При оказании первой помощи пострадавшим от электротравмы, при отравлении угарным газом, утонувшим или при других несчастных случаях, сопровождающихся остановкой дыхания, применяют **искусственное дыхание.**

Пострадавшего кладут на спину, освобождают шею и грудь от давящей одежды. Под спину следует подложить какой-то мягкий свёрток для того, чтобы голова запрокинулась и воздухоносные пути освободились. После этого следует вдувать воздух в рот или нос пострадавшего через носовой платок (рис. 45). Желательно делать около 15 таких вдуваний в минуту.



Рис. 45. Исскуственное дыхание и непрямой массаж сердца

Надо следить за тем, чтобы после каждого искусственного вдоха грудная клетка пострадавшего опускалась. Продолжительность такого выдоха должна быть больше вдоха приблизительно в два раза.

Если сердце не бьётся, то надо сочетать искусственное дыхание с *непрямым массажем сердца*: после одного вдувания воздуха в лёгкие производят 4—5 быстрых толчкообразных надавливаний на нижнюю треть грудины. Грудину смещают у взрослых на 45 см, а у детей младшего возраста — на 1,52 см в ритме 80—90 надавливаний в минуту. После 4—5 надавливаний вновь следует вдувать воздух в рот или нос пострадавшего.

Меры по оживлению можно считать успешными, если у пострадавшего сузились зрачки, порозовела кожа, появился пульс. Оказание первой помощи нельзя прекращать до тех пор, пока человек не станет самостоятельно дышать и не придёт в сознание. Затем пострадавшего следует отправить в лечебное учреждение.

Для оказания помощи при отравлении угарным газом пострадавшего следует быстро вынести на свежий воздух, напоить горячим чаем. Если же угоревший потерял сознание и его дыхание остановилось, то необходимо применить искусственное дыхание.

Если приходится оказывать первую помощь утонувшему, то прежде всего следует как можно быстрее удалить воду из воздухоносных путей и лёгких. Для этого спасатель, стоя на одном колене, укладывает пострадавшего себе на бедро так, чтобы его голова и верхняя часть туловища свисали вниз. Далее утонувшему открывают рот и, похлопывая его по спине, удаляют воду из дыхательных путей. Затем пострадавшего кладут на спину, подложив под спину валик из одежды (рис. 46), и начинают делать искусственное дыхание до появления самостоятельного дыхания и возвращения сознания. После этого человека надо напоить горячим чаем, укутать чем-нибудь тёплым и отправить в больницу.

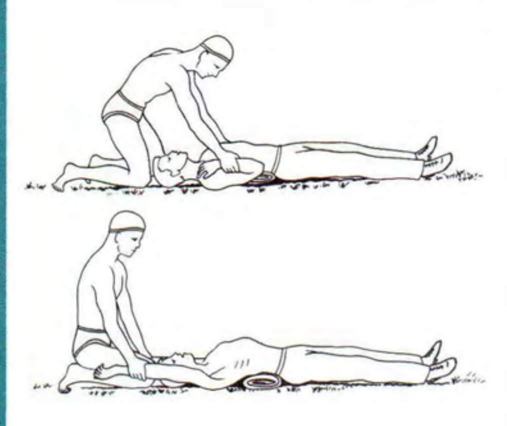


Рис. 46. Оказание первой помощи утонувшему человеку

Реанимация. Смерть человека наступает тогда, когда останавливается сердце или прекращается дыхание. Причины этих явлений могут быть самыми различными: травмы, болезнь, отравление и т. д. Однако несколько минут после того, как дыхание и работа сердца прекратились, мозг ещё живёт и смерть является обрати-

мой. Такое состояние называют **клинической смертью.** Длительность клинической смерти зависит от многих причин, например, при охлаждении организма она более продолжительна. Однако если не принять срочных мер по **реанимации,** то есть оживлению человека, то состояние клинической смерти через считанные минуты переходит в необратимое состояние биологической смерти, определяемое гибелью мозга.

Реанимационные мероприятия, проводимые в больничных условиях, сложны и многообразны, но в бытовых условиях можно поддерживать пострадавшего в состоянии клинической смерти при помощи искусственного дыхания и непрямого массажа сердца. При эффективных мероприятиях у пострадавшего становится ощутимым пульс в сонных артериях, происходит сужение зрачков и появляется реакция на свет, кожа розовеет. Искусственное дыхание и непрямой массаж сердца следует производить до тех пор, пока не восстановятся сокращения сердца и дыхание больного, или до его передачи медицинским работникам.

Моя лаборатория

Насморк, который представляет собой воспаление носовых проходов, носит научное название *ринит*. Сам по себе ринит не так уж и опасен, но он может давать осложнения. Из носоглотки воспаление по евстахиевым трубам может дойти до полости среднего уха и вызвать его воспаление — отит.

Если воспалены *гланды* (лимфоидные нёбные железы), то развивается *тонзиллит*. Острый тонзиллит называют *ангиной*. Возможных причин у ангины много, но чаще всего это заболевание вызывается бактериями, относящимися к коккам: стрептококками, стафилококками, пневмококками. Надо помнить, что ангина также страшна своими осложнениями, например, на суставы и сердце. Воспаление задней стенки горла называют *фарингитом*, а если оно затрагивает голосовые связки и голос делается хриплым, то это уже *ларингит*.

Довольно часто наблюдаются разрастания лимфоидной ткани у выхода из носовой полости в носоглотку. Эти доброкачественные разрастания называют *аденоидами*. Если аденоиды, разрастаясь, затрудняют проход воздуха из носовой полости, то человек вынужден дышать через рот, у него меняется голос. В таких случаях аденоиды приходится удалять.

Наиболее часто встречающееся заболевание лёгких — *бронхит*. При бронхите слизистая воздухоносных путей воспаляется

и набухает. Просвет бронхов сужается, и дышать становится тяжело. Накопление слизи приводит к непрестанному желанию откашляться. Основная причина острого бронхита — вирусы и микробы. А вот при хроническом бронхите могут наблюдаться необратимые поражения бронхов. Причина хронического бронхита кроется в длительном воздействии на бронхи вредных примесей воздуха: табачного дыма, производных загрязнений, выхлопных газов. Особо опасно курение. Ведь смола, образующаяся при сгорании табака и бумаги, не может выводиться из лёгких и в течение многих лет оседает на стенках воздухоносных путей, буквально убивая клетки слизистой оболочки. Если воспалительный процесс распространяется на лёгочную ткань, то развивается *пневмония*, называемая в просторечии воспалением лёгких. Сейчас воспаление лёгких успешно лечат, только нельзя запускать это заболевание.

Наше дыхание происходит легко и свободно благодаря тому, что листки пристенной и лёгочной плевры свободно скользят друг по другу. Это скольжение обеспечивается наличием в плевральной полости специальной жидкости. При воспалении плевры трение при дыхательных движениях резко возрастает, дыхание затрудняется и становится болезненным. Это заболевание, также вызываемое бактериями, называется *плевритом*.

Как вам уже известно, для осуществления нормальной жизнедеятельности человеку необходимо наличие в воздухе определённого количества отрицательных ионов кислорода. Компьютеры, телевизоры и другие приборы с высоким уровнем излучения притягивают к себе отрицательные ионы кислорода и уничтожают их. Через небольшой промежуток времени работы этих приборов в помещении воздух становится тяжёлым и безжизненным. Это, несомненно, сказывается на трудоспособности и здоровье людей. При этом у человека увеличивается вероятность заболеваний сердечно-сосудистой системы, органов дыхания и центральной нервной системы. Для уменьшения последствий таких негативных факторов иммунной системе человека приходится работать на полную мощность, что достаточно быстро приводит к изнашиванию организма и его преждевременному старению.

Вдыхание же отрицательных ионов, наоборот, преображает весь организм. Влияние отрицательно заряженных ионов воздуха на организм человека впервые начал изучать русский учёный

Александр Леонидович Чижевский в 20-х гг. прошлого века. После тщательного исследования он пришёл к выводу, что для нормального существования живых организмов часть молекул вдыхаемого кислорода должна иметь отрицательный электрический заряд. А. Л. Чижевский впервые установил воздействие положительных и отрицательных ионов воздуха на функциональное состояние нервной, сердечно-сосудистой, эндокринной систем, на кроветворные органы, на морфологию, физику и химию крови.

В 1931 г. А. Л. Чижевский сконструировал генератор отрицательных ионов воздуха. Принцип его действия основан на электрическом разряде, возникающем между электродами с большой разницей размеров: один электрод имеет малый радиус кривизны (иголка, острие), а второй — большой радиус кривизны (потолок, стены, пол). Первые ионизаторы воздуха напоминали люстры, так как подвешивались к потолку. Теперь «люстра Чижевского» — второе название всех ионизаторов воздуха, в которых используется принцип, предложенный учёным.



1. Какие инфекционные заболевания органов дыхания вам известны? Каковы их симптомы и пути передачи?
2. Какие меры профилактики (гигиены) необходимо соблюдать для предупреждения распространения инфекционных заболеваний?
3. Опишите общие приёмы оказания первой помощи при остановке дыхания.
4. Каковы приёмы оказания первой помощи человеку при отравлении угарным газом? утонувшему?
5. Что такое реанимация и в чём заключаются её основные приёмы?

Грипп. ОРВИ. Туберкулёз. Бронхиальная астма. Флюорография. Клиническая смерть. Реанимация. Искусственное дыхание.

ПОДУМАЙТЕ! Почему важно и очень ценится использование в жизни человека (одежда, обувь, строительные отделочные материалы и т.п.) натуральных материалов?

ВЫВОДЫ К ГЛАВЕ 5

Дыхание — совокупность процессов, участвующих в обеспечении организма кислородом и выделении углекислого газа. Выделяют три этапа дыхания: внешнее (лёгочное) дыхание, транспортировка газов кровью и тканевое дыхание.

В строении органов дыхания различают верхние и нижние дыхательные пути. Верхние дыхательные пути представлены носовой полостью, глоткой и гортанью, от которой начинаются нижние дыхательные пути, заканчивающиеся лёгочными пузырьками, или альвеолами. Каждая альвеола оплетена густой сетью капилляров малого круга кровообращения. Через стенки альвеол и капилляров происходит газообмен между воздухом и кровью.

Дыхательные движения обеспечивают вдохи и выдохи, то есть попеременное увеличение и уменьшение объёма лёгких.

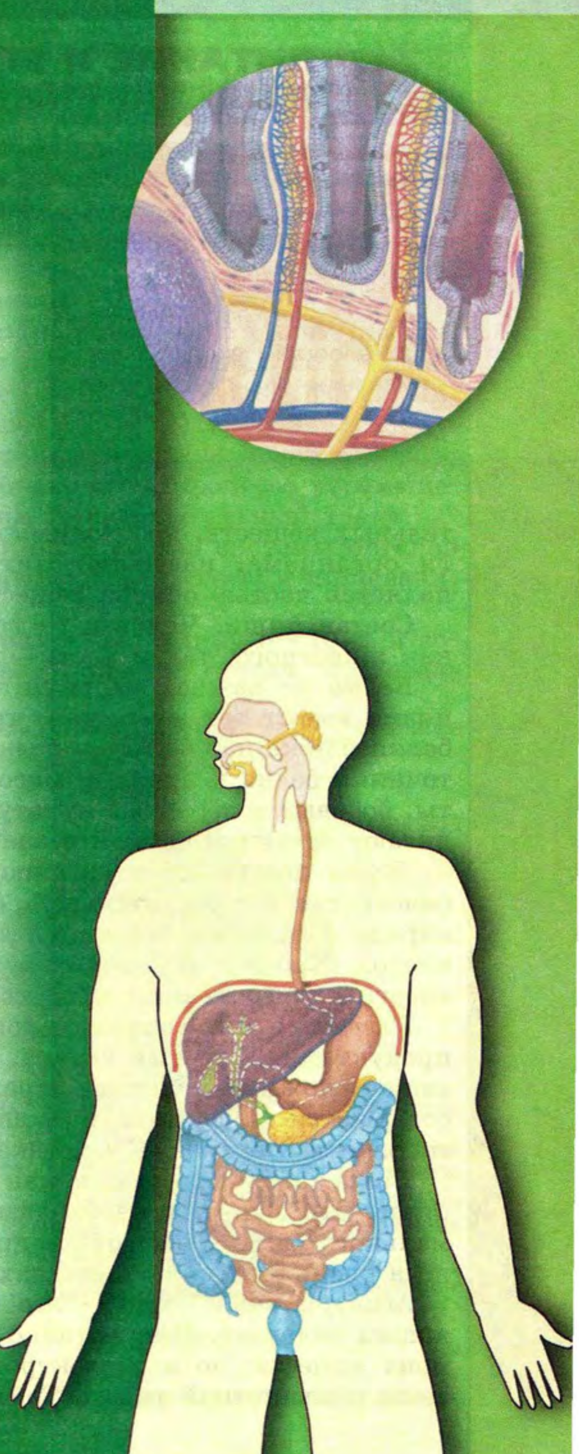
Нервная регуляция дыхания осуществляется благодаря дыхательному центру. Человек способен произвольно задерживать, урежать или учащать дыхание, менять его глубину. Кроме того, на активность дыхательного центра влияет целый ряд веществ, действующих гуморально.

Окружающий человека воздух должен быть чистым. Профилактика заболеваний органов дыхания заключается в ограничении контактов с уже больными людьми или уменьшении степени воздействия на эти органы вредных примесей, содержащихся в воздухе. Если заболевание органов дыхательной системы возникло, то его необходимо лечить начиная с самых ранних стадий.

Необходимо постоянно повышать сопротивляемость организма инфекциям, систематически закаливая его.

При оказании первой помощи пострадавшим от электротравмы, при отравлении угарным газом, утонувшим или при других несчастных случаях, сопровождающихся остановкой дыхания, применяют искусственное дыхание.

Питание



Питание — одна из составляющих обмена веществ. Оно представляет собой совокупность процессов, включающих поступление, переваривание, всасывание и усвоение организмом веществ, необходимых для поддержания его нормальной жизнедеятельности.

ВЫ УЗНАЕТЕ

— о значении питания и пищеварения;
— о составе пищи человека и роли питательных веществ;
— о строении органов пищеварения и особенностях их работы;
— о ферментах, их образовании и роли в пищеварении;
— об исследованиях И. П. Павлова в области пищеварения;
— о регуляции процессов пищеварения;
— о правильном питании и профилактике пищевых отравлений;
— как оказать первую помощь при пищевых отравлениях.

ВЫ НАУЧИТЕСЬ

— исследовать действие ферментов на компоненты пищи;
— распознавать на наглядных пособиях органы пищеварительной системы.

§ 24. ПИТАНИЕ И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ. ОРГАНЫ ПИЩЕВАРЕНИЯ И ИХ ФУНКЦИИ

ВСПОМНИТЕ

1. Чем отличается питание животных от питания растений?
2. Каковы особенности химического состава клетки человека?
3. Какие органы входят в состав пищеварительной системы у позвоночных животных?

Человеку для нормального роста, развития и жизнедеятельности необходимо постоянное поступление в его организм основных **питательных веществ:** белков, жиров, углеводов, витаминов, минеральных солей и воды. Все эти вещества входят в состав разнообразных продуктов питания.

Совокупность процессов поступления, переваривания, всасывания и усвоения организмом питательных веществ, необходимых для нормальной жизнедеятельности организма, называют **питанием**. Питание, в свою очередь, является частью обмена веществ.

Состав пищи. Человек — всеядное существо и питается пищей как животного, так и растительного происхождения.

Белки — важная часть питания человека. Белки нашего организма имеют тот же состав, что и белки пищи, причём животные белки ближе по составу к белкам человека, чем растительные. Источники белка в пище — мясо, рыба, молоко и молочные продукты, бобовые и зерновые культуры, орехи. Овощи и фрукты обеспечивают организм белком в значительно меньшей степени.

Жиры поступают в организм человека как с животной пищей (мясо), так и с растительной (подсолнечное масло). Эти вещества, наряду с белками, являются основным строительным материалом клеток. Кроме того, жиры служат важным резервным источником энергии для основных процессов жизнедеятельности человека.

Углеводы, или сахара, человек чаще получает с растительными продуктами. Простые сахара, такие, как глюкоза и фруктоза, а также сложные углеводы (крахмал и др.) в больших количествах содержатся во фруктах и овощах. Углеводы — основной источник энергии в организме человека.

Витамины содержатся как в растительной, так и в животной пище. Эти вещества необходимы человеку для осуществления нормального обмена веществ и других процессов жизнедеятельности, но в очень малых количествах.

Минеральные соли — это необходимые компоненты здоровой жизни человека. Они активно участвуют не только в процессе обмена веществ, но и в электрохимических процессах нервной системы и мышечной ткани. Также они необходимы при формирова-

нии таких структур, как скелет и зубы. Человек получает минеральные соли с самыми различными продуктами (капуста, картофель, молочные продукты и др.). Эти вещества, как и витамины, усваиваются в организме человека в неизменённом виде.

Вода составляет около $^2/_3$ человеческого организма и является главным компонентом каждой клетки. Она поступает в организм человека и с питьём, и с пищей. Например, в мякоти арбуза содержится до 98% воды.

Пищеварение — процесс, в ходе которого поглощённая пища переводится в форму, пригодную для использования организмом. В результате физических процессов и разнообразных химических реакций, протекающих под действием пищеварительных соков, питательные вещества, то есть углеводы, белки и жиры, изменяются таким образом, что организм может их всасывать и использовать в обмене веществ. Пищеварение происходит в процессе перемещения пищи по органам, составляющим пищеварительный тракт.

Органы пищеварения и их функции. В состав системы органов пищеварения входят пищеварительный канал (тракт) и пищеварительные железы (рис. 47).

У человека **пищеварительный канал** имеет длину 8—10 м и состоит из следующих отделов: ротовая полость, глотка, пищевод, желудок, тонкий кишечник, толстый кишечник.

Стенка пищеварительного канала состоит из трёх слоёв: наружного (соединительная ткань), среднего (мышечная ткань) и внутреннего (эпителиальная ткань). 46 Мышечный слой полости рта, глотки и верхней трети пищевода состоит из поперечно-полосатых мышц, а мышечный слой нижележащих отделов представлен гладкими мышцами. Внутренняя оболочка канала содержит многочисленные железы, вырабатывающие *пищеварительные ферменты* и слизь. Пищеварительные ферменты обеспечивают химическое расщепление пищи.

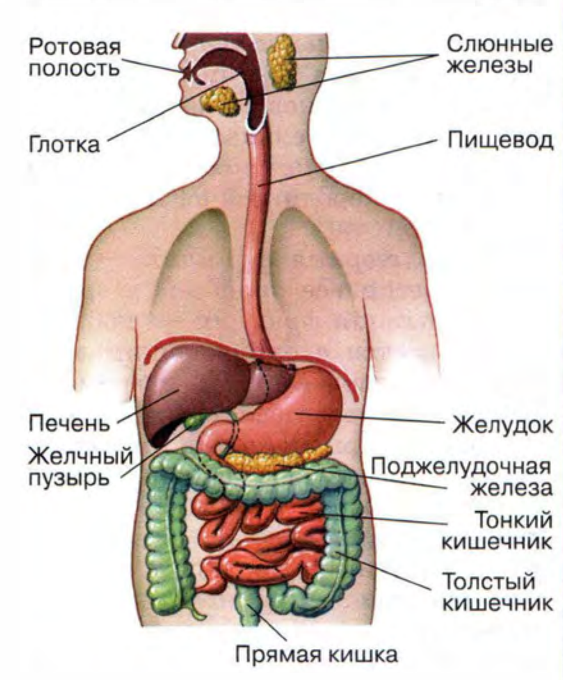


Рис. 47. Органы пищеварительной системы

Вблизи пищеварительного канала находятся крупные **пищеварительные железы:** три пары *слюнных желёз*, *печень* и *поджелудочная железа*. По протокам этих желёз выделяемые ими секреты поступают в полость пищеварительного канала.

Основными функциями органов пищеварения являются:

— механическая и химическая переработка пищи;

— всасывание питательных веществ во внутреннюю среду организма;

— выведение из организма непереваренных и невсосавшихся остатков пищи.

Моя лаборатория

Белки выполняют в организме человека ряд важнейших функций.

Структурно-строительная функция — белки входят в состав всех биологических мембран, белков очень много в веществе соединительных тканей. Эту функцию ещё называют пластической.

Ферментативная функция — белки могут быть переносчиками важнейших для жизнедеятельности веществ. Например, белок гемоглобин является переносчиком кислорода.

Сократительная функция — практически все живые вещества, и человек в том числе, двигаются благодаря взаимодействию двух видов белков — актина и миозина, которые получили название сократительных.

Защитная функция — антитела, избавляющие организм человека от чужеродных инфекционных агентов, токсинов, являются белками.

Регуляторная функция — многие вещества, регулирующие практически все процессы в организме, являются белками.

Сигнальная функция — любые рецепторы, через которые человек общается с окружающим миром, являются белками. Таким образом, человек видит, слышит, ощущает прикосновение и т. д. через посредство белковых молекул.

Молекулярный состав питательных веществ. Молекулы белков представляют собой цепочки, звеньями которых являются *аминокислоты*. В одну такую цепочку может входить от единицы до тысячи аминокислот. В живых организмах, в том числе и человека, при синтезе белков в большинстве случаев используется 20 стандартных аминокислот. Всё разнообразие собственных белков человека определяется наследственно-запрограммированным сочетанием аминокислот (генетическим кодом). Информация об их

синтезе хранится в ядрах клеток. Аминокислоты, входящие в состав белков нашего организма, подразделяют на заменимые и незаменимые. *Заменимые* аминокислоты могут синтезироваться в нашем организме из других аминокислот, поступающих с пищей. Однако 12 из необходимых нам аминокислот не могут синтезироваться в организме человека и обязательно должны присутствовать в белках пищи. Эти аминокислоты называют *незаменимыми*. Пищевые белки, содержащие все необходимые человеку аминокислоты, называют *полноценными*. Это главным образом белки животного происхождения. Пищевые белки, не содержащие каких-либо незаменимых аминокислот, называют *неполноценными*. К ним относятся, например, белки растительного происхождения.

Углеводы выполняют в организме *энергетическую* (служат основным источником энергии для организма) и *структурную* (входят в состав оболочек клеток, молекул нуклеиновых кислот и других соединений) *функции*.

Среди углеводов, получаемых человеком с пищей, различают: *моносахариды* (глюкоза, фруктоза), *дисахариды* (сахароза) и *полисахариды* (крахмал, гликоген). Полисахариды состоят из большого количества моносахаридов. Они не растворяются в воде и несладкие на вкус.

1. Что такое питание и какова его роль в обмене веществ?
2. Охарактеризуйте основные питательные вещества, их источники и значение для организма человека.
3. Что такое пищеварение и каково значение этого процесса для питания человека?
4. Каков состав пищеварительной системы человека?
5. Каковы особенности строения пищеварительного канала и его роль в работе системы органов пищеварения?
6. Каково значение пищеварительных желёз?

Питание. Питательные вещества. Пищеварение. Пищеварительный канал. Пищеварительные железы.

ПОДУМАЙТЕ! Почему клетки организма человека не могут усваивать белки, жиры и углеводы, содержащиеся в пище?

§ 25. ПИЩЕВАРЕНИЕ В РОТОВОЙ ПОЛОСТИ. ГЛОТКА И ПИЩЕВОД

ВСПОМНИТЕ

1. Какие типы зубов различают у млекопитающих животных и каковы их функции?
2. Чем зубы млекопитающих отличаются от зубов других позвоночных животных?
3. Какие процессы происходят в ходе пищеварения?

Ротовая полость — начальный отдел пищеварительной системы, в который попадает пища. Она ограничена сверху *нёбом*, с боков — *щеками*, снизу — *челюстно-подъязычной мышцей*, а спереди — *губами*. В ней расположены органы: *зубы* и *язык* (рис. 48). В ротовую полость открываются протоки трёх пар крупных и множества мелких *слюнных желёз* 48, вырабатывающих особый секрет – *слюну*. Рассмотрим особенности строения названных органов и их вклад в процессы механической и химической обработки пищи в ходе пищеварения.

Губы представляют собой подвижные кожные складки, между которыми заключена круговая мышца рта и мелкие мимические мышцы. Они пронизаны большим количеством кровеносных сосудов и нервных окончаний, что придаёт им чувствительность, имеющую огромное значение в процессе анализа состояния пищи. Как вам известно, у всех млекопитающих животных губы имеют особое значение в связи с приспособлением детёнышей к сосанию молока, а у взрослых особей к активному захватыванию пищи. Человек также не является исключением.

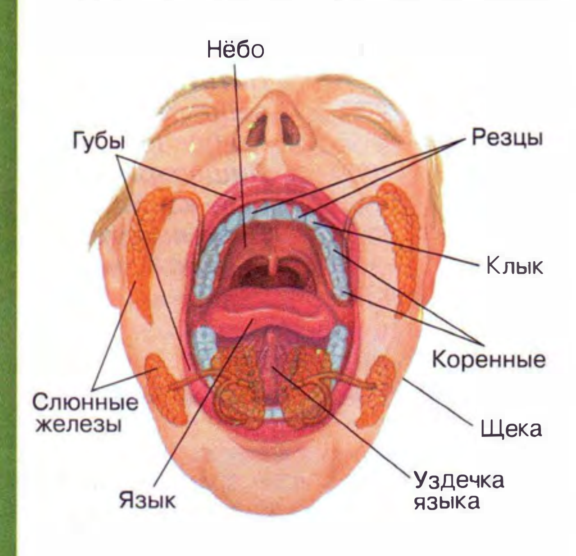


Рис. 48. Ротовая полость

Зубы представляют собой твёрдые костеподобные образования, расположенные в углублениях верхних и нижних челюстей. Они необходимы для механического измельчения пищи в процессе пережёвывания.

У каждого зуба есть две части — коронка и корень (рис. 49). Коронка располагается над десной, а корни удерживают зуб в лунках костей челюсти. В зависимости от разновидности зуб мо-

жет иметь от одного до трёх корней. Основная масса зуба состоит из твёрдого, костеподобного вещества — **дентина**. Он пронизан мельчайшими канальцами, в которых находятся питающие волокна и нервные окончания. Дентин коронки зуба покрыт защитным слоем *эмали* — тканью, лишённой клеток. Эмаль — самое твёрдое вещество в нашем организме. Корень зуба покрыт слоем *цемента* — особого вещества, необходимого для удержания зуба в его лунке. В толще дентина каждого зуба есть полость, заполненная мягким содержимым — **пульпой**. Через узкое отверстие в корне зуба в неё проходят нервы и кровеносные сосуды из костей челюсти. *Десна* состоит из эпителиальной ткани, плотно соединённой волокнами с костями челюсти, образуя защиту вокруг шейки зуба.



Рис. 49. Строение зубов

У человека зубы прорезываются дважды. Новорождённый ребёнок появляется совсем без зубов. Затем постепенно (в течение 1—3 годов жизни) у него прорезывается 20 детских, или *молочных*, зубов, которые начинают выпадать естественным путём в возрасте 5—6 лет. Молочные зубы сменяются постоянными к 13—15 годам. Число и расположение постоянных зубов одинаково в верхней и нижней челюстях: по 4 резца, по 2 клыка, по 4 малых коренных (*премоляры*) и по 6 больших коренных (*моляры*). Итого: по 16 зубов в каждой челюсти, а всего 32. **48** Последние пары больших коренных зубов, так называемые зубы «мудрости», у многих людей появляются довольно поздно (к 30 годам), а у некоторых не прорезываются совсем.

Язык образован поперечно-полосатыми мышцами и покрыт слизистой оболочкой. Мышцы языка соединены с нижней челюстью таким образом, что он может выполнять множество сложных движений и даже складываться и вращаться (не у всех людей!). Язык участвует в механическом перемешивании пищи при жевании, способствуя пропитыванию пищи слюной, а также в формировании *пищевого комка* и его проглатывании. В слизистой оболочке языка находятся многочисленные вкусовые рецепторы, необходимые для определения вкуса еды. Не будем также забывать о том, что без языка невозможна членораздельная речь.

Слюнные железы выделяют в ротовую полость слюну. За выработку этого секрета отвечают парные *околоушные*, *подъязычные* и *подчелюстные железы* (см. рис. 48), а также тысячи мелких слюнных желёз, разбросанных в слизистой оболочке ротовой полости. Все эти железы выделяют за сутки около 1 л слюны, однако этот объём сильно зависит от количества и характера съедаемой пищи.

На 98—99% слюна состоит из воды. В ней содержатся пищеварительные ферменты, расщепляющие сложные углеводы до простых углеводов, в частности, крахмал расщепляется до глюкозы. Кроме того, в состав слюны входит белковое вещество *муцин*, которое делает пищевой комок скользким. В слюне содержится также *лизоцим* — бактерицидное вещество, частично обеззараживающее пищу путём уничтожения бактерий, попадающих в ротовую полость.

Пищеварение в ротовой полости начинается после опробования пищи, в результате она либо принимается, либо происходит её выбрасывание. Принятая пища подвергается механической обработке при участии языка и зубов — *пережёвыванию*. Благодаря работе этих органов происходит формирование пищевого комка. За несколько секунд, в течение которых пища находится в ротовой полости, она измельчается, пропитывается слюной, и начинается химическая обработка пищи — переваривание углеводов. Важной особенностью и условием эффективной работы ферментов слюны является её *слабощелочная реакция*.

Пережёванная пища при помощи движений щёк и языка перемещается к его корню. Благодаря особому рефлекторному акту — *глотанию* — пища сначала попадает в глотку, а затем в пищевод 49, по которому пищевые комки поступают в желудок.

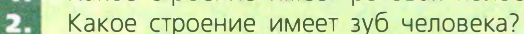
Глотка — это орган, который соединяет ротовую полость с пищеводом и носовую полость с гортанью. В глотке пищеварительные пути пересекаются с дыхательными.

Пищевод — это орган, который представляет собой трубку длиной около 30 см. С обоих концов он пережимается круговыми мышцами — **сфинктерами**. Верхний сфинктер раскрывается в тот момент, когда комок пережёванной пищи должен попасть в пищевод из глотки. Затем верхний сфинктер закрывается и мышечное сокращение, волнообразно распространяющееся по стенкам пищевода сверху вниз, помогает пищевому комку дойти до желудка. Эти сокращения мышц стенок желудочно-кишечного тракта, перемешивающие пищу и двигающие пищевые массы, называют **перистальтикой**. Когда пища доходит по пищеводу до желудка, то открывается нижний сфинктер, и пища практически мгновенно проталкивается в желудок. Это необходимо для того, чтобы полупереваренная пища из желудка не выталкивалась обратно в пищевод, что приводит к очень неприятным ощущениям.

Моя лаборатория

Гигиена зубов. Зубы очень важны не только для нормального пережёвывания пищи, но и для общего состояния человека, так как болезнетворные бактерии, живущие в больных зубах, могут нанести большой вред и другим системам организма. После еды между зубами могут оставаться частицы пищи, являющиеся прекрасной средой для жизни различных бактерий, многие из которых способны выделять вещества, разрушающие зубную эмаль. Слюна, смешиваясь с остатками пищи, образует на зубах налёт, который постоянно твердеет, превращаясь в так называемый *зубной камень*. Для того чтобы удалять налёт на зубах и остатки пищи, зубы необходимо чистить два раза в день — утром и вечером. Естественная чистка зубов происходит при пережёвывании сырых овощей и фруктов, например яблок.

Заболевания зубов знакомы, наверное, каждому. Самое распространённое из этих заболеваний — *кариес*. Нечищеные зубы покрываются смесью остатков пищи, бактерий. Бактерии, питаясь сахарами из остатков пищи, выделяют кислоту, раздражающую сначала эмаль, а затем и дентин. В результате образуется полость, которая рано или поздно достигает пульпы. Вот тогда-то и возникает сильная боль. Если кариозный процесс не прекратить, то повреждения затронут и канал, и костную ткань челюсти. Придётся зуб удалять.



1. Какое строение имеет ротовая полость?
2. Какое строение имеет зуб человека?
3. Как происходит формирование и развитие зубов у человека?
4. Каковы особенности строения и функционирования языка?
5. Какие железы вырабатывают слюну и каковы особенности её состава?
6. Каковы особенности пищеварения в ротовой полости?

Ротовая полость. Губы. Зубы. Дентин. Пульпа. Язык. Слюнные железы. Глотка. Пищевод. Сфинктер. Перистальтика.

ПОДУМАЙТЕ! Почему, если долго жевать небольшой кусочек чёрного хлеба, его относительно кислый вкус станет сладким?

§ 26. ПИЩЕВАРЕНИЕ В ЖЕЛУДКЕ И КИШЕЧНИКЕ

ВСПОМНИТЕ

1. Какое строение имеет пищеварительный канал?
2. Какова роль глотки и надгортанника?
3. Какие особенности строения трахеи позволяют ей при сохранении своих функций не мешать процессу питания?

Желудок представляет собой расширение пищеварительной трубки объёмом около 2 л. Стенки желудка, как и пищевода, состоят из соединительнотканной оболочки, мышечного слоя и внутренней слизистой оболочки (рис. 50).

В слизистой оболочке желудка находятся миллионы мелких желёз, вырабатывающих **желудочный сок** (около 2 л в сутки). Одни железы вырабатывают пищеварительный фермент *пепсин*, который необходим для расщепления белков, другие — *соляную кислоту*, активирующую работу пепсина и убивающую бактерии, которые проникают в желудочно-кишечный тракт с пищей. 50 Ещё один вид клеток слизистой оболочки выделяет особое слизистое вещество, защищающее стенки желудка от самопереваривания.

Пищеварение в желудке. В зависимости от состава и объёма съеденной пищи её пребывание в желудке длится от 3 до 10 ч. В процессе механической обработки пищи стенки желудка медленно сокращаются (*перистальтика желудка*), перемешивая пищу с желудочным соком. Некоторое время в пищевом комке продолжают действовать ферменты слюны, переваривающие сахара, а затем пищевой комок пропитывается желудочным соком и в нём происходит переваривание белков. Важной особенностью и условием эффективного пищеварения в желудке является *кислая среда*.

После обработки ферментами желудочного сока пищевые массы порциями проходят из желудка в тонкий кишечник через отверстие, окружённое сфинктерами.

Тонкий кишечник — орган, имеющий длину 5—6 м. Он подразделяется на *двенадцатиперстную кишку*, имеющую длину около 30 см, *тощую кишку* и *подвздошную кишку*. Стенки кишечника постоянно сокращаются, продвигая пищевые массы по кишечнику и перемешивая их. В тонком кишечнике содержится огромное число мелких желёз, выделяющих ферменты, которые завершают переваривание пищевых веществ в организме человека.

Печень — самый большой внутренний орган человека, её масса достигает почти 1,5 кг. Она расположена в правой верхней части брюшной полости, прямо под диафрагмой (см. рис. на с. 109). Клетки печени непрерывно образуют **желчь** — горькую зеленова-

то-жёлтую жидкость, которая поступает сначала в *желчный пузырь*, а из него по особому протоку в двенадцатиперстную кишку. В двенадцатиперстную кишку открываются также протоки **поджелудочной железы.** Эта железа имеет гроздевидную форму и расположена в левой части брюшной полости, прямо под желудком.

Пищеварение в тонком кишечнике. В тонком кишечнике важнейшие процессы переваривания происходят в двенадцатиперстной кишке. Здесь на пищу действуют ферменты сока стенок кишечника (кишечный сок), ферменты поджелудочной железы (поджелудочный, или панкреатический, сок) и желчь, вырабатываемая печенью. Особенностью и условием эффективного пищеварения в желудке является *слабощелочная среда*.

Кишечный сок представляет собой мутноватую жидкость, содержащую многочисленные клетки кишечного эпителия. Эти клетки, разрушаясь, высвобождают содержащиеся в них ферменты, способные расщеплять любые пищевые вещества. *Панкреатический сок* в чистом виде представляет собой бесцветную, прозрачную жидкость, содержащую целый набор ферментов, которые способны переваривать белки, жиры, углеводы. Желчь способствует механи-

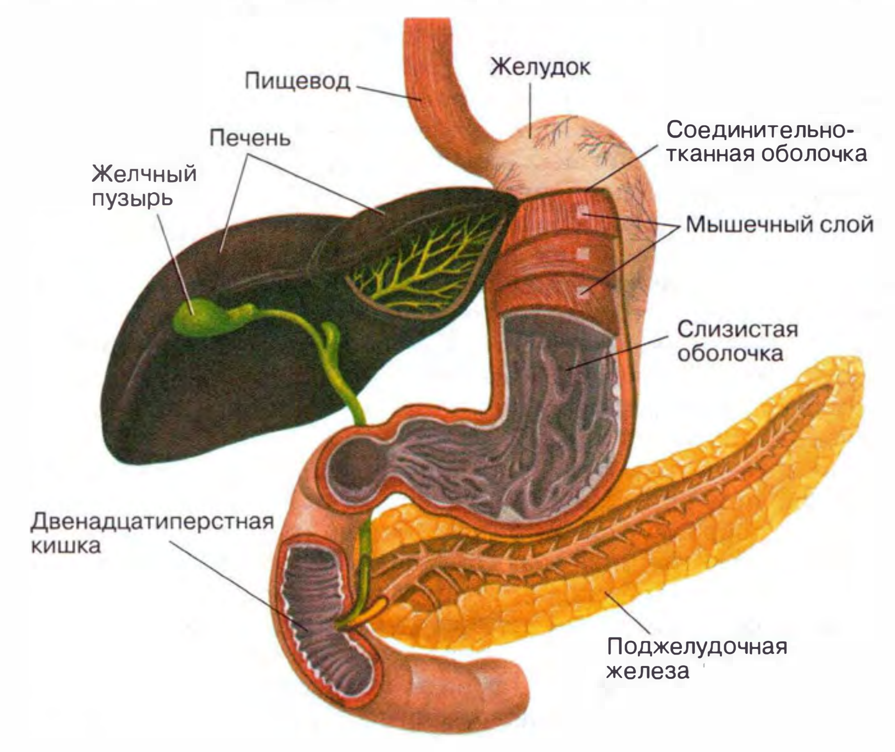


Рис. 50. Строение желудка

ческому дроблению пищевых жиров на мельчайшие капельки и активирует пищеварительные ферменты, особенно *липазу*, расщепляющую жиры.

Механическая обработка пищи в тонком кишечнике сводится к перемешиванию пищевой кашицы путём перистальтических движений его стенок, что ведёт к улучшению её контакта с пищеварительными соками. Также благодаря этим движениям содержимое тонкого кишечника передвигается в толстый кишечник.

Моя лаборатория

Защитные рефлексы пищеварительной системы. Если в желудок попала недоброкачественная пища или вещества, раздражающие его стенки, то может возникнуть *рвота*. В результате рвотного рефлекса опасные для здоровья вещества выбрасываются из желудка. В случае необходимости рвоту можно вызвать искусственно. Для этого нужно раздражать пальцами корень языка, где есть рецепторы, соединённые с центром рвотного рефлекса, расположенным в головном мозге. Таким образом, рвота — защитный рефлекс организма от отравления.

Заболевания желудка и печени. Из всех заболеваний желудка самым известным является *гастрит* — воспаление его слизистой оболочки. Причины гастрита могут быть различными (бактерии, психическая травма, неправильный приём лекарств и др.), но в любом случае слизистая оболочка не справляется с воздействием соляной кислоты и пепсина и воспаляется. Если гастрит не начать вовремя лечить, то может возникнуть *язва желудка*, то есть повреждение слизистой оболочки, которое в наиболее тяжёлых случаях может привести к прободению — сквозному отверстию в стенке желудка. Ещё чаще, чем язва желудка, развивается язва двенадцатиперстной кишки, причём в той её части, которая прилежит к желудку.

У здорового человека желчь, заполняющая желчный пузырь, жидкая. Но при определённых условиях из веществ, составляющих желчь, образуются *желчные камни* различного размера, причём наиболее крупные из них достигают массы 0,5 кг. Камни раздражают стенки желчного пузыря, приводя к их воспалению — острому *холециститу*. Если камни перекрывают выводной проток поджелудочной железы, то в ней развивается воспаление — *панкреатит*. Если камни в желчном пузыре никак себя не проявляют (а это бывает довольно часто), то и лечение не тре-

буется. Но если камни вызывают повторяющиеся болевые приступы, то желчный пузырь удаляют.

Методы изучения процессов пищеварения у человека. В физиологии изучение процессов пищеварения традиционно проводилось на животных, с помощью так называемого *фистульного метода*. Фистула — это искусственно выведенный на поверхность проток пищеварительной железы или полости пищеварительного органа, например желудка. Фундаментальные исследования с применением этого метода принадлежат великому русскому учёному, нобелевскому лауреату И. П. Павлову. С исследовательской целью фистулы человеку не накладывают. Основные методы исследования пищеварительных функций у человека ориентированы на их безвредность и безболезненность. Для этого используют *зондовые* и *беззондовые методы*. При зондовых исследованиях испытуемый проглатывает (или её вводят через нос) эластичную трубку (зонд), которая проводится в желудок, двенадцатиперстную или тощую кишку. Зондовые методы позволяют определять объём секрета и содержание различных его компонентов. Кроме того, в настоящее время широко применяют исследования с помощью эндоскопов, работа которых основана на получении видеоизображения, с помощью которого осматривают полость пищеварительного канала и даже протоков пищеварительных желёз. К числу беззондовых методов следует отнести применение рентгена, ультразвуковых исследований (УЗИ) и др.



1. Какие особенности строения желудка как пищеварительного канала вы знаете?
2. Каковы особенности пищеварения в желудке?
3. Что происходит с пищей в двенадцатиперстной кишке?
4. Какое значение имеет относительно большая длина кишечника человека?
5. Каковы роль печени и выделяемого ею секрета в пищеварении?

@ Раскройте механизм перистальтики пищеварительного канала.

Желудок. Желудочный сок. Печень. Желчь. Тонкий кишечник.

ПОДУМАЙТЕ! Какое значение имеет изменение кислотности среды в различных отделах пищеварительного канала?

§ 27. ВСАСЫВАНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В КРОВЬ

ВСПОМНИТЕ

Какие процессы включает в себя питание и каково их значение для организма человека?

Важнейшей составляющей процесса питания является всасывание питательных веществ во внутреннюю среду организма человека через мембраны эпителиальных тканей, выстилающие внутреннюю поверхность пищеварительного канала. Всасывание веществ может осуществляться во всех его отделах.

Вода и растворённые в ней соли могут всасываться на протяжении всего желудочно-кишечного тракта: в ротовой полости, желудке, тонком и толстом кишечнике. Однако подавляющее большинство пищевых веществ всасывается через стенки тонкого кишечника, а именно *тощей* и *подвздошной* кишками.

Эпителий кишечника образует **ворсинки**, внутри которых имеются разветвления кровеносных капилляров, а также начинаются лимфатические слепо замкнутые капилляры (рис. 51). Ворсинки увеличивают общую всасывающую поверхность соответствующих органов. Например, общая поверхность ворсинок в кишечнике достигает 200 м^2.

Продукты переваривания белков и углеводов всасываются непосредственно в кровь, попадая через ворсинки в кровеносные капилляры, а вот продукты переваривания жиров всасываются в лимфатические капилляры.

Барьерная роль печени. Всосавшиеся через стенки кишечника питательные вещества с током крови прежде всего попадают в печень. В клетках печени вредные для здоровья вещества, случайно или преднамеренно попавшие в кишечник, разрушаются. При этом прошедшая через капилляры печени кровь почти не содержит ядовитых для человека химических соединений. Эта функция печени получила название *барьерной*.



Рис. 51. Строение эпителия тонкой кишки

Например, клетки печени способны разрушать такие яды, как стрихнин и никотин, а также алкоголь. Однако многие вещества наносят печени вред, приводя её клетки к гибели. Печень — один из немногих органов человека,

способных к самовосстановлению (регенерации), поэтому некоторое время она может выносить злоупотребления табаком и алкоголем, но до определённого предела, за которым следует разрушение её клеток — *цирроз печени* и смерть.

Печень также является хранилищем глюкозы — самого главного источника энергии для всего организма, и особенно мозга. В печени часть глюкозы превращается в сложный углевод — гликоген. В виде гликогена запас глюкозы хранится до тех пор, пока её уровень в плазме крови не понизится. Если это происходит, гликоген снова превращается в глюкозу и поступает в кровь для доставки ко всем тканям, а главное — к мозгу.

Толстый кишечник и его роль в питании. Из тонкого кишечника непереваренные и невсосавшиеся пищевые массы переходят в толстый кишечник (рис. 52). Он имеет длину около 2 м и включает в себя три отдела: *слепую*, *ободочную* и *прямую кишки*. Между тонким и толстым кишечником находится специальный клапан, пропускающий пищевые массы порциями и только в одном направлении. Железы стенок толстого кишечника (рис. 53) ферментов не вырабатывают, но выделяют слизь, необходимую для формирования каловых масс — **кала.**

Во время приёмов пищи, которые у большинства людей происходят 3—4 раза в день, стенки ободочной кишки усиленно сокращаются, проталкивая содержимое в прямую кишку. Это происходит в тот момент, когда в желудок поступает новая порция пищи и требуется освободить место в толстом кишечнике. Вот поэтому сразу после плотной еды в животе может слышаться глухое урчание.

Поступившие в прямую кишку каловые массы на 70% состоят из воды, а всё остальное — остатки непереваренной пищи (главным образом клетчатки) и бактерии. Их передвижение по толстому кишечнику осуществляется примерно 12 ч. За это время происходит частичное всасывание из них воды и растворённых в ней веществ.

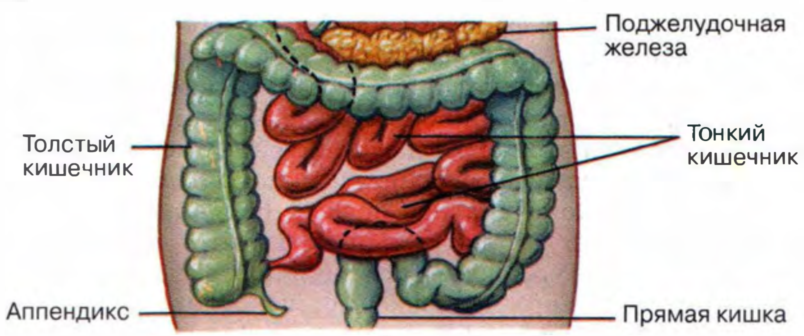


Рис. 52. Толстый кишечник



Рис. 53. Строение слизистой оболочки толстого кишечника

В содержимом толстого кишечника находится огромное количество бактерий, вызывающих распад клетчатки и непереваренных белковых молекул. *Бактериальная флора*, живущая в кишечнике, выделяет целый ряд жизненно необходимых человеку витаминов: К, Е, группы В. При расщеплении белковых продуктов образуется целый набор ядовитых веществ: фенолы, индолы, скатолы. Все эти вещества обезвреживаются при прохождении крови через печень. Процессы брожения и гниения, происходящие в толстом кишечнике, должны быть строго сбалансированы, иначе могут развиваться болезни желудочно-кишечного тракта.

Таким образом, непереваренные остатки пищи формируют кал, $^1/_3$ часть которого составляют микроорганизмы. Через прямую кишку каловые массы удаляются наружу. Опорожнение прямой кишки — *дефекация* — является сложным рефлекторным актом, находящимся под контролем головного мозга.

Моя лаборатория

Нарушение работы толстого кишечника. У предков человека слепая кишка и её вырост — аппендикс — были значительного размера и более активно участвовали в процессах переваривания растительной пищи. У современного человека аппендикс не играет большой роли в пищеварении, но он участвует в формировании иммунитета, и его функции ещё мало изучены. Воспаление аппендикса называют *аппендицитом*. При этом заболевании наблюдается боль в правой половине живота, повышение температуры тела. Нужно немедленно обратиться к врачу, так как аппендикс может разрушиться, и тогда воспаление распространится по всей брюшной полости и возникнет *перитонит*, смертельно опасный для человека. Пока диагноз неясен, больному нельзя давать слабительное, делать тёплые компрессы или прикладывать к больному месту грелку. Кроме того, нужно воздержаться от еды.

В организме здорового человека можно обнаружить более 300 видов микроорганизмов. Бóльшую их часть составляют бактерии,

обитающие в кишечнике и влияющие на процессы пищеварения. Формирование нормальной микрофлоры кишечника начинается одновременно с рождением ребёнка. К сожалению, вместе с воздухом, пищей и водой в организм человека проникают и болезнетворные бактерии, которым противостоят две группы полезных бактерий: *бифидобактерии* и *лактобактерии*. Первые обеспечивают защиту организма от гнилостных и болезнетворных микробов, подавляя их развитие. Вторые «следят», чтобы количество условно патогенных микробов не превышало допустимых норм (то есть когда эти микробы начнут причинять вред организму), а также контролируют процессы восстановления слизистой оболочки пищеварительного тракта. Кроме того, в кишечнике человека присутствуют *кишечные палочки* — бактерии, которые являются барьером для развития патогенной флоры, препятствуют развитию кишечных инфекций, облегчают работу пищеварительных ферментов в кишечном тракте.

Нарушение микробного равновесия в кишечнике называют *дисбактериозом*. При его проявлении развиваются гнилостная или бродильная флора, микроскопические грибы и другие микроорганизмы, нехарактерные для организма человека. В результате могут начаться воспалительные процессы: продолжительные аллергические реакции даже на самые обычные продукты питания, дисфункция кишечника, печени, поджелудочной железы, эндокринной системы и т. п. При появлении первых признаков дисбактериоза следует проконсультироваться у врача-специалиста.



1. Что такое всасывание питательных веществ?
2. Какова роль ворсинок в процессе всасывания веществ?
3. Чем различаются процессы всасывания воды и продуктов расщепления белков, жиров и углеводов?
4. Какие процессы, связанные с питанием, происходят в толстом кишечнике?

Всасывание. Ворсинки тонкого кишечника. Толстый кишечник. Кал.

ПОДУМАЙТЕ! Какое значение для пищеварения человека имеет то, что внутреннюю поверхность ротовой полости выстилает многослойный эпителий, а поверхность кишечника — однослойный?

§ 28. РЕГУЛЯЦИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ. ГИГИЕНА ПИТАНИЯ

ВСПОМНИТЕ

1. Какие механизмы лежат в основе регуляции процессов жизнедеятельности?
2. Что такое гигиена?

Классические исследования процессов пищеварения и его регуляции были проведены **Иваном Петровичем Павловым** и его сотрудниками. Именно за эти исследования И. П. Павлов был удостоен Нобелевской премии. Он разработал целый ряд экспериментально-хирургических приёмов: вживление фистул в различные отделы желудочно-кишечного тракта, перерезка, формирование «малого желудочка» и т. д.

Фистула — искусственное отверстие, создаваемое в стенке какого-либо внутреннего органа или протоке железы. В это отверстие вставляется трубочка, через которую можно изучать содержимое органа или вещества, вырабатываемое железой. Так, И. П. Павлов хирургическим путём выводил наружу проток одной из слюнных желёз собаки, в то время как остальные слюнные железы продолжали выделять слюну в ротовую полость. Таким образом он мог, не нанося вреда здоровью животному, исследовать состав слюны.

Во время этих опытов удалось показать, что некоторое количество слюны выделяется ещё до того, как пища попала в рот, то есть при виде пищи. Каждый из нас знает это на собственном опыте. Павлов выяснил, что при виде и запахе пищи также происходит выделение желудочного сока, которое усиливается во время пережёвывания пищи во рту. Таким образом, когда пищевой комок проглатывается и попадает в желудок, орган полностью готов к быстрому перевариванию пищи. Во время нахождения пищи в желудке усиливается выделение сока поджелудочной железой и желчи печенью, то есть кишечник оказывается заранее подготовленным к поступлению пищи из желудка и дальнейшему её перевариванию. И. П. Павлов доказал, что: 1) все отделы желудочно-кишечного тракта усиливают свою работу перед тем, как в них попадёт пища; 2) эти процессы регулируются нервной системой, а также некоторыми химическими веществами-регуляторами, приносимыми к желудочно-кишечному тракту током крови.

Правильное питание. Здоровье человека в значительной степени зависит от того, насколько правильно он питается. Пища должна быть разнообразной по составу для того, чтобы удовлетворять все потребности человека. Желательно, чтобы еда имела приятный запах и вкус, привлекательно выглядела. В этом случае выделяет-

ся больше пищеварительных соков и пища лучше и быстрее переваривается и всасывается.

Лучше питаться 3—4 раза в сутки, причём бо́льшую часть пищи употреблять в первой половине дня — за завтраком и обедом и не переедать на ночь. Помните, что есть продукты, которые нельзя употреблять в больших количествах: жирная пища, острые приправы, алкоголь и др.

Пища не должна быть очень горячей, так как температура выше 50—53 °С может повредить слизистые оболочки рта и пищевода. Пища не должна быть очень сухой, так как в этом случае переваривание затрудняется и может быть повреждена слизистая пищевода и желудка. Сухую пищу, такую, как бутерброды, чипсы, сухарики, пряники, лучше есть с молоком, кефиром, соком. Необходимо следить за тем, чтобы в пище не было очень много раздражающих веществ, острых приправ, уксуса, перца, хрена, горчицы и т. п., даже очень сладкий чай может повредить внутреннюю оболочку желудка.

Гигиена питания. Употребление недоброкачественных продуктов может привести к **пищевому отравлению.** Чаще всего причиной отравления являются болезнетворные бактерии, которые могут проникнуть в желудочно-кишечный тракт с немытыми овощами и фруктами, сырой водой, испорченными консервами и т. п. Очень часто возбудители **пищевых инфекций** и яйца глистов передаются людям через насекомых: тараканов и особенно мух.

Желудочно-кишечные инфекции обоснованно называют болезнями грязных рук. Если соблюдать правила гигиены питания, то заражение этими инфекциями становится маловероятным.

Сильно страдает от несоблюдения гигиены питания печень. Она способна к регенерации, однако её возможности по самовосстановлению небезграничны. Ещё одной причиной гибели клеток, наряду с злоупотреблением алкоголя и отравлениями ядовитыми веществами, может быть воспаление печени, называемое **гепатитом.** Это общее название воспалительных заболеваний печени, возникающих от различных причин и требующих разного лечения. Если вовремя устранить причину разрушения печени, то часть органа, оставшаяся неповреждённой, может обеспечить человеку долгую жизнь.

Для того чтобы избежать неприятностей, связанных с различными заболеваниями желудочно-кишечного тракта, следует соблюдать несложные нормы гигиены питания. Выполняйте правила санитарии при приготовлении пищи и еды. Пища должна быть свежей, с неистёкшим сроком годности. Фрукты и овощи должны быть вымыты чистой водой и ополоснуты кипячёной водой. Руки и кухонные принадлежности должны быть чистыми.

Приёмы оказания первой помощи при пищевых отравлениях. Пищевые отравления часто сопровождаются опасными нарушениями дыхания, кровообращения, функций печени и требуют самых экстренных лечебных мероприятий, которые должны начинаться ещё до прихода врача. Признаками отравления являются головокружение, обморочное состояние, озноб, боли в животе, рвота и понос. В этом случае необходимы промывание желудка, вызывание рвоты, слабительное, клизма для быстрейшего удаления невсосавшегося яда. При остановке дыхания или сердца должны применяться искусственное дыхание и непрямой массаж сердца (см. с. 104). Затем больному надо положить грелку к рукам и ногам, дать обильное питьё и обратиться к врачу.

Моя лаборатория

Инфекционные заболевания пищеварительной системы. Одним из самых опасных заболеваний, передающихся через пищеварительную систему, является *ботулизм*. Бактерия, вызывающая это заболевание, живёт в почве и попадает в организм человека с овощами, грибами, консервированным мясом и т. п. Споры этих бактерий очень устойчивы к различным факторам среды, а сами бактерии прекрасно живут и размножаются в бескислородной среде. Болезнь проявляется через несколько часов после попадания в организм ботулиновой бактерии и начинается с рвоты, головных болей и болей в животе, но температура обычно не поднимается. Болезнь быстро развивается и уже через сутки может привести к расстройству зрения, параличу мышц и гибели.

Ещё одним опасным заболеванием является *сальмонеллёз*. Заражаются им через продукты — яйца, молоко, мясо. Болезнь начинается с высокой температуры, рвоты, болей в животе. Наблюдается частый стул (*диарея*), больной быстро слабеет.

Дизентерия — инфекционное заболевание, поражающее стенку желудочно-кишечного тракта, преимущественно толстой кишки, и протекающее с явлениями общей интоксикации (отравления). Дизентерия вызывается одноклеточными паразитами (простейшими) или бактериями.

Дизентерийная палочка чаще всего переносится мухами и, попав в организм с водой или пищей, поражает слизистые оболочки толстого кишечника. При дизентерии резко повышается температура тела, появляются боли в левой половине живота. Наблюдается диарея, возможно с кровью.

Одним из признаков *вирусного гепатита* является *желтуха* — пожелтение кожных покровов больного, вызванное нарушением барьерной функции печени. Другое название этого заболевания — болезнь Боткина (по имени **Сергея Петровича Боткина**, впервые в 1888 г. высказавшего мысль об инфекционной природе болезни). Возбудителем заболевания является устойчивый в условиях внешней среды вирус, патогенный только для человека.



Боткин С. П. (1832–1889)

Глисты, или гельминты, — паразитические черви, относящиеся к типам плоских или круглых червей. Они паразитируют в желудочно-кишечном тракте некоторых животных или человека. Глисты могут повреждать кишечник механически, а кроме того, они выделяют вещества, являющиеся ядовитыми для организма хозяина. Глисты очень плодовиты. Например, одна самка аскариды может откладывать в сутки до 200 000 яиц. Выходя с калом во внешнюю среду, эти яйца могут сохраняться в почве несколько лет.

1. В чём заключается фистульный метод изучения пищеварения и кто его разработал?
2. Как осуществляется нервная регуляция пищеварения? Поясните это на примере слюноотделения.
3. Каковы основные причины пищевых отравлений?
4. Какое значение имеет термическая обработка пищи?
5. Каковы основные приёмы оказания первой помощи при пищевых отравлениях?

Фистула. Пищевое отравление. Пищевая инфекция. Гепатит.

ПОДУМАЙТЕ! Почему аппетитный вид пищи и красивая сервировка стола способствуют хорошему пищеварению?

ВЫВОДЫ К ГЛАВЕ 6

Питание — совокупность процессов, включающих поступление, переваривание, всасывание и усвоение организмом веществ, необходимых для поддержания его нормальной жизнедеятельности. Этот процесс осуществляется пищеварительной системой, в состав которой входят пищеварительный канал (тракт) и пищеварительные железы.

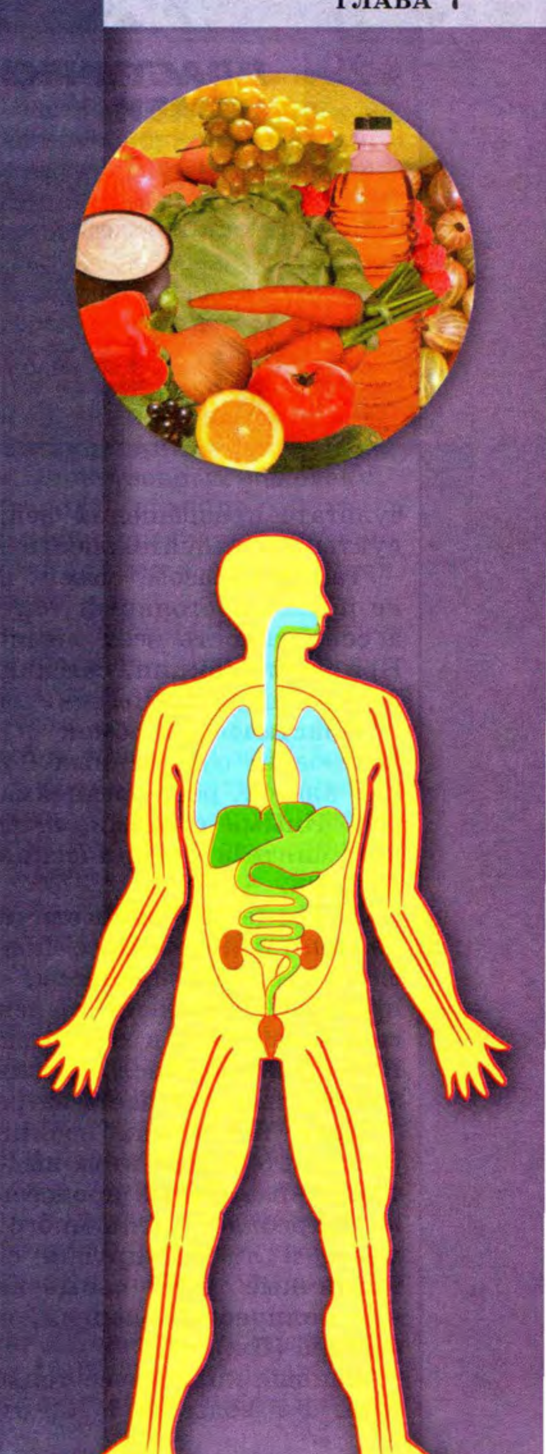
Пищеварение — это совокупность всех физических (механических) и химических процессов, в ходе которых пища расщепляется до относительно простых веществ, пригодных для всасывания в кровь и дальнейшего использования клетками организма. В ротовой полости под действием ферментов слюны происходит переваривание углеводов. В желудке под действием желудочного сока и при участии соляной кислоты перевариваются белки. В тонком кишечнике начинают перевариваться жиры и завершается переваривание остальных пищевых веществ, которое осуществляется под действием секретов желёз самого кишечника, поджелудочной железы и печени. В толстом кишечнике в основном происходит всасывание воды из непереваренных остатков пищи. Железы стенок толстого кишечника выделяют слизь, необходимую для формирования кала.

Всасывание продуктов пищеварения может осуществляться во всех отделах пищеварительной системы, однако их подавляющее большинство всасывается через стенки тонкого кишечника.

Классические исследования процессов пищеварения и его регуляции были проведены И. П. Павловым и его сотрудниками. Во время этих опытов удалось доказать, что все отделы желудочно-кишечного тракта усиливают свою работу перед тем, как в них попадёт пища, и эти процессы имеют нейрогуморальную регуляцию.

Здоровье человека в большой степени зависит от того, насколько правильно он питается. Для того чтобы избежать неприятностей, связанных с различными заболеваниями желудочно-кишечного тракта, следует соблюдать несложные нормы гигиены питания.

Обмен веществ и превращение энергии



В результате процессов питания и дыхания питательные вещества попадают в каждую клетку тела человека. Именно в этой структурной и функциональной единице организма и происходят основные процессы, связанные с превращением веществ в ходе их обмена.

ВЫ УЗНАЕТЕ

– о пластическом и энергетическом обмене как необходимых условиях жизнедеятельности организма человека;
– об особенностях обмена белков, углеводов, жиров, воды и минеральных веществ в организме человека;
– о нормах питания;
– об основных нарушениях обмена веществ.

ВЫ НАУЧИТЕСЬ

– составлять пищевые рационы в зависимости от энергозатрат.

§ 29. ПЛАСТИЧЕСКИЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН

ВСПОМНИТЕ

1. Что такое обмен веществ?
2. Каковы особенности обмена веществ у растений и животных?
3. Какие белки являются неполноценными?

Между организмом и окружающей его средой непрерывно происходит обмен веществами и энергией. Обмен веществ начинается с поступления в организм воды и пищевых продуктов. В процессе переработки этих веществ организм получает энергию и материалы, которые необходимы ему для построения собственных клеток и тканей. Не использованные в результате превращений веществ остатки, а также некоторые продукты жизнедеятельности выводятся из организма.

Таким образом, обмен веществ в организме представляет собой не просто постоянный ток веществ через его основные структуры, а совокупность всех химических реакций, происходящих в нём. При этом реакции, связанные с превращением веществ, можно отнести к двум процессам: пластическому и энергетическому обмену.

Пластический обмен — это процессы, при которых происходит построение собственных молекул и органоидов (*биосинтез*), деление клеток, рост организма, замена повреждённых молекул и клеток. Иными словами, пластический обмен — совокупность реакций синтеза органических веществ в клетке с использованием энергии.

В процессах **энергетического обмена** происходит разрушение (*распад*) полученных с пищей питательных веществ до простых соединений. Эти процессы, названные **биологическим окислением**, протекают довольно медленно и приводят к высвобождению энергии, запасённой в химических связях органических молекул пищи. Высвобождающаяся энергия частично рассеивается в виде тепла, но значительная её часть затрачивается на синтез АТФ (см. § 11, 20).

Если в клетках возникает потребность в энергии, то АТФ распадается. При этом выделяется энергия, за счёт которой и протекают различные процессы жизнедеятельности. Организм человека потребляет очень много энергии, так как работа мышц, почек, мозга и любых других систем требует постоянных её затрат. Различные питательные вещества при окислении выделяют разное количество энергии, единицей измерения которой является *джоуль* (Дж).

Раньше количество теплоты определяли по изменению температуры 1 г воды на 1 °С. Эта единица получила название **калория**

(кал). 1 калория примерно равна 4,19 Дж. Специалисты, занимающиеся проблемами питания человека, часто употребляют ещё одну единицу — *Калория* (пишется с прописной буквы). На самом деле она является килокалорией (1 ккал), равной 1000 калорий. Все перечисленные единицы измерения используют при расчётах энергетической ценности продуктов и энергозатрат организма при различных видах нагрузки.

Обмен белков. В состав белков организма человека входит приблизительно 20 видов аминокислот, которые соединяются в строго определённом порядке для каждого вида белка в длинные цепочки. Белки пищи, распадаясь в желудочно-кишечном тракте до отдельных аминокислот, всасываются в тонком кишечнике в кровяное русло и разносятся к отдельным клеткам организма, в которых и происходит синтез новых белков, свойственных человеку.

Распадаясь, аминокислоты образуют воду, углекислый газ и ядовитый аммиак. В клетках печени аммиак превращается в мочевину. Вода и мочевина выводятся из организма в составе мочи, а углекислый газ выдыхается через лёгкие.

При окислении 1 г белка выделяется 17,2 кДж (4,1 ккал) энергии. Однако организм редко использует большое количество белков для покрытия своих энергетических затрат, так как белки нужны для выполнения других функций.

Подсчитано, что за 80 суток распадается половина всех белков тела человека, то есть примерно 400 г белков в сутки. Однако аминокислоты, образовавшиеся при распаде собственных белков организма, не выводятся из него, а используются вновь, включаясь в состав синтезируемых белков. В сутки с пищей в организм должно поступать не менее 40 г белков (лучше 100—150 г). Растительные белки являются неполноценными для человека, поэтому при вегетарианской диете необходимо правильно подбирать рацион, чтобы несколькими растительными белками заменить один полноценный животный белок.

Обмен углеводов. В организм углеводы поступают в виде различных соединений: крахмал, гликоген, сахароза или фруктоза и др. Всасываются углеводы в виде глюкозы ворсинками тонкого кишечника и попадают в кровь. При большом количестве углеводов в пище их избыток превращается в полисахарид гликоген и откладывается «про запас». Например, в печени человека может откладываться до 300 г гликогена. Продукты распада углеводов выводятся из организма через почки (вода) и лёгкие (углекислый газ).

Углеводы являются главным источником энергии в организме. При окислении 1 г углеводов выделяется 17,2 кДж (4,1 ккал) энергии. Глюкоза особенно необходима для нормальной работы мозга.

Снижение содержания глюкозы в плазме крови с 0,1 до 0,05% приводит к быстрой потере сознания, судорогам и гибели.

Взрослому человеку необходимо получать с пищей не менее 150 г углеводов в сутки. Следовательно, запаса гликогена в печени может хватить не более чем на двое суток или даже на меньший срок, так как при активной деятельности углеводов нужно гораздо больше — до 500 г в сутки.

Обмен жиров. Жиры являются соединениями, включающими в себя жирные кислоты и глицерин. Под действием ферментов поджелудочной железы и тонкого кишечника, а также при участии желчи жиры перевариваются и всасываются в лимфатические капилляры ворсинок тонкого кишечника и далее с током лимфы попадают в кровь.

В организм человека жиры поступают как с животной, так и с растительной пищей. Избыток жира откладывается в подкожной жировой клетчатке, причём могут образовываться жировые депо, покрывающие затраты жира в течение многих суток. Как и углеводы, жиры распадаются до углекислого газа и воды и выводятся тем же путём.

Жиры являются важнейшим источником энергии для организма человека. Окисление 1 г жиров приводит к высвобождению 38,9 кДж (9,3 ккал) энергии. Потребность в жирах определяется энергетическими потребностями организма в целом и составляет в среднем 80—100 г в сутки. Значительная часть энергетических потребностей печени, мышц, почек (но не мозга) покрывается за счёт окисления жиров.

Обмен воды и минеральных солей. Вода наиболее распространённое вещество в нашем организме. Взрослый человек состоит из воды приблизительно на 65%, а человеческий зародыш содержит около 90% воды. В сутки организм человека теряет около 2,0—2,5 л воды. Столько же он получает в сумме с питьём (1 л) и пищей (1 л). Вода и растворённые в ней минеральные соли всасываются по всему желудочно-кишечному тракту, но больше всего через ворсинки тонкого кишечника. Обезвоживание организма приводит к быстрой гибели. Человек без воды может прожить не более 5—6 дней, тогда как без пищи он может обходиться более 50 дней.

Организм, помимо воды, нуждается в постоянном поступлении минеральных солей. И хотя они составляют не более 4% от массы тела, набор их очень разнообразен. В сутки в организм человека должно поступать с пищей и питьём не менее 4,4 г натрия, 5 г хлора, 2 г калия, 1 г кальция, 1 г фосфора, 0,2 г железа. Эти вещества называют *макроэлементами*.

Химические элементы, содержащиеся в организме в низких концентрациях (долях миллиграмма), но необходимые для его нор-

мальной жизнедеятельности, называют *микроэлементами*. Они влияют на рост, размножение, кроветворение и другие процессы. К микроэлементам относят медь, иод, цинк, фтор, магний и многие другие вещества. Можно сказать, что в организме человека обнаружена большая часть элементов таблицы Д. И. Менделеева.

Моя лаборатория

Обмен веществ в клетке. Совокупность всех реакций, связанных с обменом веществ (обычно на уровне клетки), называют *метаболизмом*. При этом совокупность реакций биосинтеза необходимых организму веществ, сопровождающихся затратами энергии, называют *ассимиляцией* или *анаболизмом*, а совокупность реакций распада веществ, главным образом пищевого происхождения, сопровождающихся получением и запасанием энергии, — *диссимиляцией* или *катаболизмом*.

Очевидно, что диссимиляция без ассимиляции и наоборот невозможны. В здоровом организме оба процесса строго сбалансированы, хотя в период быстрого роста ассимиляция может временно преобладать над диссимиляцией. Подсчитано, что взрослому человеку для нормальной жизнедеятельности необходимо не менее 1500—1700 ккал в сутки. Из этого количества энергии на собственные нужды организма уходит 15—35%, а остальное затрачивается на тепло.

1. Что такое обмен веществ?
2. Что представляют собой пластический и энергетический обмен и где они происходят?
3. Какое значение для обмена веществ имеет АТФ?
4. Какие единицы используют для обозначения энергии, запасённой в питательных веществах, и каковы особенности их взаимного пересчёта?
5. Охарактеризуйте особенности обмена основных веществ в организме человека.

Пластический обмен. Энергетический обмен. Биологическое окисление. Калория.

ПОДУМАЙТЕ! Как можно доказать, что энергия в организме человека видоизменяется?

§ 30. ФЕРМЕНТЫ И ИХ РОЛЬ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА

ВСПОМНИТЕ

1. Каковы оптимальные условия пищеварения в ротовой полости, желудке и кишечнике?
2. Какие ферменты вам известны и какова их роль в организме человека?

Одновременно в организме человека происходят миллионы различных химических взаимодействий. Все эти реакции протекают при температуре, близкой к 37 °С, и малых колебаниях кислотности. В таких условиях химические реакции должны были бы длиться очень долго, а многие из них вообще не должны были бы происходить. Однако в организме все реакции обмена веществ протекают быстро, и многие из них длятся миллионные доли секунды. Это происходит благодаря участию в реакциях обмена веществ ферментов.

Ферменты — это специальные белковые молекулы, ускоряющие протекание химических реакций в организме. Ферменты также называют биологическими катализаторами. В организме человека выявлено не менее 1000 ферментов, каждый из которых избирательно катализирует какую-то реакцию обмена веществ. Например, фермент *каталаза* способствует превращению образующегося в клетках и очень для них ядовитого *пероксида водорода* в воду и кислород. Сам фермент в реакциях не участвует, но он способен мгновенно запускать химический процесс с очень малыми затратами энергии. При этом одной молекулы каталазы достаточно, чтобы за 1 с утилизировать 10 тыс. молекул токсичной перекиси.

Механизмы работы ферментов. Ферментативную активность обычно определяет небольшая часть белковой молекулы фермента, называемая **активным центром**. Иногда в состав активных центров, помимо аминокислот, входят ионы металлов, витамины и другие соединения небелковой природы, которые называют **коферментами**. Активный центр фермента должен иметь такую структуру, которая даст ему возможность на мгновение связаться с молекулой строго определённого вещества — **субстратом** данного фермента (рис. 54). Например, активный центр лизоцима, содержащегося в слюне и слезах, точно соответствует участку одного из сахаридов оболочки некоторых бактерий. Разлагая этот сахарид, лизоцим убивает и бактерии, не давая им проникнуть в организм человека.

Роль ферментов в организме человека. Ферменты за счёт своей каталитической активности очень важны для нормальной работы систем нашего организма. Поэтому отсутствие или нарушение активности какого-либо фермента может привести к заболеваниям, а иногда и к гибели.

Ферменты необходимы для синтеза белков, переваривания и усвоения питательных веществ, реакций энергетического обмена, мышечного сокращения, нервно-психической деятельности, размножения, процессов выведения веществ из организма и т. д.

Для диагностики многих заболеваний человека применяют определение активности ферментов в крови, моче, спинномозговой жидкости и других структурах. Например, анализируя ферменты в плазме крови, можно выявить вирусный гепатит, ранние стадии инфаркта миокарда, заболевания почек и др.



Рис. 54. Механизм работы фермента

Моя лаборатория

Температура и обмен веществ. Скорость многочисленных биохимических процессов в живых организмах зависит от температуры, при которой они протекают. Рыбы, например, имеют такую же температуру тела, как и окружающая их водная среда, поэтому интенсивность процессов у них напрямую зависит от температуры окружающей их воды. Птицы и млекопитающие, к которым относится и человек, имеют постоянную температуру тела. Поэтому скорость реакций обмена у этих организмов не зависит от колебаний температуры окружающей среды. Сохранение постоянной температуры тела является важнейшим проявлением гомеостаза в организме человека.

1. Что такое ферменты? Приведите примеры известных вам ферментов.
2. Каков механизм работы ферментов?

@ Раскройте роль ферментов в организме человека. Приведите примеры.



Фермент. Активный центр. Кофермент. Субстрат.

ПОДУМАЙТЕ! Чем опасно для человека в период болезни значительное повышение температуры тела (выше 40 °С)?

§ 31. ВИТАМИНЫ И ИХ РОЛЬ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА

ВСПОМНИТЕ

1. Какие биологически активные вещества вам известны и что они собой представляют?
2. Что такое активный центр фермента и кофермент?
3. Что такое рахит и каковы его причины?

Витамины (от лат. *вита* — жизнь) — историческое название большой группы биологически активных веществ различной химической природы, которые обычно поступают в организм с пищей и часто входят в состав ферментов, становясь их коферментами. В отличие от других пищевых веществ, витамины не являются материалом для биосинтеза или получения энергии, однако участвуют практически во всех процессах обмена веществ.

Витамины необходимы организму в очень малых количествах, однако при их недостатке быстро развиваются **гиповитаминозы**, а при нехватке — **авитаминозы**, которые могут иметь даже смертельный исход. Избыток витаминов **(гипервитаминоз)** в организме менее опасен, но в ряде случаев может привести к тяжёлым отравлениям и нарушить обмен веществ.

Недостаток витаминов в организме может быть восполнен применением содержащих их препаратов, получаемых химическим путём, микробиологическим синтезом или из природных источников.

Классификация витаминов. В настоящее время известно свыше 20 витаминов. Их классифицируют на водорастворимые и жирорастворимые. *Водорастворимые* витамины (С, витамины группы В, РР и др.) поступают в организм человека в виде водных растворов. *Жирорастворимые* витамины (A, D, E, K) растворяются в жирах пищи и всасываются вместе с ними. У очень пожилых людей или людей с заболеваниями печени нарушено выделение желчи и жиры усваиваются плохо. Поэтому у них наблюдается недостаток в организме жирорастворимых витаминов — гиповитаминоз или даже авитаминоз.

Водорастворимые витамины. Витамин С (*аскорбиновая кислота*) необходим для нормального роста организма. Он регулирует обмен углеводов и белков, участвует в образовании одного из главных белков соединительной ткани — коллагена и стимулирует заживление ран. Кроме того, витамин С способствует усвоению железа в кишечнике, усиливает иммунитет, обезвреживает некоторые ядовитые вещества и токсичные продукты, образующиеся в самом организме. В сутки человеку нужно получать около 50 мг этого вещества. При увеличении нагрузки (физической или умственной)

доза витамина должна быть увеличена до 100 или 200 мг в сутки (рис. 55). Витамин С содержится в овощах и фруктах, но больше всего его в плодах шиповника, чёрной смородине, облепихе и сладком перце. Длительная нехватка (3—4 месяца) этого витамина в пище приводит к заболеванию *цингой*. На фоне снижения умственной и физической работоспособности, вялости, поражения кожи возникает повышенная кровоточивость. Она вызвана увеличением проницаемости стенок сосудов. Начинаются боли в суставах и мышцах. Дёсны кровоточат, зубы расшатываются и выпадают. Если не возместить недостаток этого витамина, то человек может погибнуть.

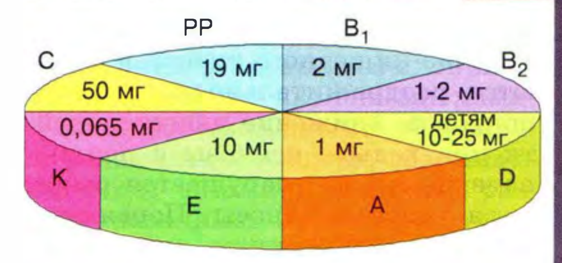


Рис. 55. Суточная потребность в витаминах

Витамин B_1 (*тиамин*) играет важную роль как составная часть ферментов углеводного обмена и обмена аминокислот. Тиамин необходим для нормальной работы нервной, эндокринной и иммунной систем. Суточная потребность в нём составляет всего 2 мг. Если человеку приходится жить и работать в холодном климате, то количество тиамина в пище должно быть увеличено в 1,5—2 раза. Наиболее богаты тиамином изделия из муки грубого помола, содержащие отруби, а также бобовые растения: горох, фасоль, соя.

При недостатке витамина B_1 сначала возникает бессонница, повышенная раздражительность, беспокойство, головные боли. Появляются слабость и боли в ногах. Эта болезнь имеет историческое название *бери-бери*, а современное название *полиневрит*.

Витамин B_2 (*рибофлавин*) необходим для обеспечения нормального зрения, роста и развития детей, а также для синтеза главного источника энергии в организме — АТФ. Его суточная потребность составляет 1—2 мг в сутки. Главными источниками витамина B_2 являются молоко и молочные продукты, яйца, печень, мясо, рыба, хлеб, гречневая крупа. Однако при термической обработке пищевых продуктов содержание рибофлавина в них снижается почти на 50%. Нехватка витамина B_2 в организме может возникать при беременности или тяжёлых физических нагрузках. При значительной нехватке этого витамина возникает воспаление слизистой оболочки языка, уголков рта, губ. Плохо заживают повреждения кожи, слезятся глаза, развивается светобоязнь.

Витамин PP (*никотиновая кислота*) обеспечивает в организме нормальную интенсивность энергетического обмена. При недостатке никотиновой кислоты развивается *пеллагра* — тяжёлое забол-

вание, связанное с поражением центральной нервной системы, желудочно-кишечного тракта и кожи. При этом заболевании отмечаются раздражительность, нарушение чувствительности кожных покровов, снижение двигательной активности, потеря устойчивости при ходьбе, психозы и психическая депрессия. Возникает воспаление языка, нарушается секреция желудочного сока, развиваются упорные поносы. Поражение кожи характеризуется симметричным воспалением лица и открытых частей тела. Развитие пеллагры может быть связано с однообразным питанием и использованием в качестве основного продукта зерновых культур, особенно кукурузы. Важнейшими пищевыми источниками витамина PP служат крупы, хлеб грубого помола, бобовые, внутренние органы животных (печень, почки, сердце), мясо, рыба, а также некоторые овощи. Очень высоко содержание никотиновой кислоты в дрожжах, сушёных грибах.

Жирорастворимые витамины. Витамин А (*ретинол*) обеспечивает нормальный рост организма, формирование скелета, размножение клеток кожных покровов, необходим для нормального зрения. Потребность организма в этом витамине составляет приблизительно 1 мг в сутки. Этот витамин содержится только в продуктах животного происхождения: в печени рыб и других животных, яйцах, масле, сметане. В растениях присутствует растительный пигмент *бета-каротин*, из которого в организме человека медленно образуется витамин А. При нормальном питании в печении человека образуется депо этого витамина. Первым симптомом нехватки витамина А является *куриная слепота*, то есть снижение способности различать цвета в полумраке. Затем на склере глаза появляется то, что в народе называется бельмом. Отсутствие лечения быстро приводит к слепоте. Недостаток витамина способствует развитию различных поражений кожи — *дерматитов*.

Витамин D (*кальциферол*) регулирует обмен кальция и фосфора и необходим для нормального образования костной ткани. Он повышает всасывание этих минеральных веществ в тонком кишечнике и способствует их отложению в костях. Дети испытывают особую потребность в этом витамине, поэтому суточная доза для них несколько больше, чем для взрослых, и составляет 10—25 мг. Витамином D богаты в основном продукты животного происхождения: печень рыб, молочные продукты, яйца. Кроме того, витамин D вырабатывается в коже под действием ультрафиолетового излучения, то есть при загаре. У детей D-авитаминоз проявляется в виде болезни, называемой рахитом. При этом у них наблюдаются судороги, они отстают в развитии, кости голеней искривляются, окостенение родничков черепа задерживается. Рахит чаще всего наблюдается у городских детей, которые бывают на солнце

намного меньше, чем их деревенские сверстники.

Витамин Е (*токоферол*) является универсальным защитником клеток организма от повреждения чрезвычайно активными химическими соединениями, которые называют свободными радикалами. Витамин Е не даёт свободным радикалам кислорода разрушать клеточные мембраны. Источником этого витамина являются растительные масла, особенно нерафинированные. Витамин Е содержится также в печени, яйцах, хлебобулочных изделиях, гречке, бобовых. Суточная потребность в этом витамине составляет 10 мг.

Витамин К (*филлохинон*) участвует в образовании протромбина, без которого невозможно свёртывание крови. Суточная потребность в этом витамине не очень велика — доли миллиграмма. Витамином К богаты многие продукты: цветная капуста, салат, кабачки, говяжья печень. Кроме того, этот витамин вырабатывается бактериями, живущими в толстом кишечнике.

Роль витаминов в организме человека. Входя в состав ферментов, витамины усиливают действие других биологически активных веществ, повышают иммунитет и сопротивляемость организма к болезням, стимулируют рост и регенерацию тканей. Например, витамин А участвует в процессах восприятия света, витамин D — усвоения кальция, витамин К — свёртывания крови, витамины С и РР — практически во всех процессах обмена веществ и т. д.

Большинство витаминов не синтезируется в организме и должно регулярно поступать с питанием. Витамины B_1, B_2, РР и К продуцируются бактериями, живущими в тонком кишечнике. Витамин D может образовываться в коже под действием солнечного света.

1. Что такое витамины? В чём их отличие от других веществ, входящих в состав пищи?
2. Какие заболевания, связанные с нарушением нормального поступления витаминов в организм человека, вам известны?
3. Как классифицируют витамины? Приведите примеры.
4. Каковы источники поступления витаминов в организм человека?
5. Какова роль витаминов в организме человека?

Витамины. Гиповитаминоз. Авитаминоз. Гипервитаминоз.

ПОДУМАЙТЕ! Почему избыток одного витамина не может заменить недостаток другого?

§ 32. НОРМЫ И РЕЖИМ ПИТАНИЯ. НАРУШЕНИЯ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ

ВСПОМНИТЕ

1. Что такое питание?
2. В каких единицах рассчитывают энергетическую ценность питательных веществ?

Количество энергии, необходимое человеку для осуществления жизнедеятельности, очень сильно колеблется в зависимости от многих условий: температуры окружающей среды; времени, прошедшего с последнего приёма пищи; возраста; пола; интенсивности физических нагрузок и др. Поэтому для каждого человека характерны определённые **энергетические затраты.**

Считается, что наименьшее потребление энергии за сутки у человека, находящегося в состоянии полного покоя, составляет приблизительно 1700—2000 ккал. Естественно, что при любой нагрузке на организм его энергозатраты возрастают. При умеренной физической нагрузке человеку необходимо 2300 ккал в сутки, а при тяжёлой это количество увеличивается вдвое. Школьники 13—15 лет расходуют около 2500 ккал в сутки, а сталевары — 5000 ккал и более.

Существуют профессии, требующие на первый взгляд малых затрат энергии, но на самом деле являющиеся чрезвычайно энергоёмкими. Например, дирижёр симфонического оркестра благодаря эмоциональному и физическому напряжению теряет за время концерта до 2 кг веса. Эти показатели учитывают при расчёте **норм питания**, в которых указывают количество основных питательных веществ, необходимых для полного восполнения энергетических затрат, соответствующее возрастным и иным группам людей (в зависимости от вида трудовой деятельности или состояния здоровья) за определённый период времени. Чаще всего рассчитывают суточные нормы питания (табл. 2).

Таблица 2

Суточные нормы питания и энергетические потребности детей

Возраст	Белки, г/кг	Жиры, г/кг	Углеводы, г	Энергетическая ценность, ккал
7—10	2,5	1,5—2,0	330	2300—2800
11—15	2,0	1,0—1,5	350—400	2800—3000
Старше 16	Менее 2,0	1,0	450—500	3000—3200

Диетологи — учёные, изучающие особенности питания человека, подсчитали, что взрослому человеку нужно 14 кг пищи в неделю. Хотя на самом деле нужно подсчитывать не вес съеденных продуктов, а число калорий, поступивших в организм с пищей. Для этого существуют специальные таблицы, в которых указывается энергетическая ценность продуктов питания (табл. 3).

Таблица 3

Состав и энергетическая ценность основных продуктов питания

Продукты	Состав, г			Калорийность (на 100 г продукта), ккал	Пищевые добавки (клетчатка)
	Белки	Жиры	Углеводы		
1. Продукты питания, содержащие в основном углеводы					
Овощи					
картофель	2,0	0,1	19,7	83	1—1,5
морковь	1,3	0,1	7,0	33	1—1,5
томаты	0,6	—	4,2	10	0,6—0,9
огурцы	0,8	—	3,0	15	0,6—0,9
кабачки	0,6	0,3	5,7	27	0,3—0,5
Грибы свежие	3,2	0,7	1,6	25	1,5
Фрукты, ягоды, бахчевые					
яблоки	0,4	—	11,3	46	
апельсины	0,9	—	8,4	38	0,6—0,9
смородина	1,0	—	8,0	40	1,5
слива	0,8	—	9,9	43	0,3—0,5
арбуз	0,7	—	9,2	38	0,3—0,5
Макаронные изделия, крупы					
крупы	7,0	0,6	71,3	323	0,3—0,5
макаронные изделия	10,4	0,9	75,2	332	0,1—0,2
хлеб чёрный	4,7	0,7	49,8	214	0,6—0,9

Продолжение

Продукты	Состав, г			Калорийность (на 100 г продукта), ккал	Пищевые добавки (клетчатка)
	Белки	Жиры	Углеводы		
2. Продукты питания, содержащие в основном белки					
Курица	20,8	8,8	0,6	165	
Мясо (нежирное)	20,2	7,0	—	144	
Рыба (нежирная)	17,5	0,6	—	75	
Творог	16,7	2,0	1,3	156	
3. Продукты питания, содержащие в основном жиры					
Масло					
сливочное	0,6	83,4	—	749	
растительное	—	99,9	—	899	
Сливки					
20% жирности	2,4	18,2	3,6	199	
25% жирности	2,6	25,0	2,7	248	
Ветчина	10,9	25,0	—	277	
Сардельки	12,4	9,4	1,3	143	
Сосиски	10,3	17,9	0,4	200	
4. Продукты питания, содержащие все пищевые ингредиенты					
Молоко цельное	22,8	24,4	36,3	469	
Яйцо	12,7	11,1	0,7	157	

У человека, находящегося в спокойном состоянии, мышцы расходуют 26% всех затрат энергии, печень — 25%, мозг — 18%, сердце — 9%, почки — 7%. При физической нагрузке энергетические затраты мышц и сердца возрастают в 4—6 раз, а мозга и печени не меняются. При умственном труде потребление энергии организмом человека также возрастает, однако не так значительно, как при физической нагрузке.

Потребляемые человеком пищевые продукты должны полностью покрывать затраты энергии. Набор продуктов, содержащих питательные вещества в количестве, достаточном для удовлетворения энергетических потребностей в соответствии с нормами питания, называют **пищевым рационом.**

При составлении пищевого рациона нельзя забывать, что пища должна быть разнообразной и включать в себя белки, углеводы, жиры, витамины и минеральные соли (табл. 4).

Таблица 4

Примерный набор продуктов на суточное количество 2000 ккал

Продукт	Масса, г	Состав, г			Калорийность, ккал
		Белки	Жиры	Углеводы	
Хлеб чёрный	200	9,4	1,4	99,6	428,0
Картофель	200	4,0	0,2	39,4	166,0
Крупа	40	5,2	2,4	26,2	142,0
Мясо	100	20,2	7,0	—	144,0
Рыба	80	14,0	0,4	—	60,0
Яйцо, 1 шт.	50	6,3	5,7	0,3	78,5
Творог	100	16,7	9,0	1,3	156,0
Молоко	300	8,4	9,6	14,1	174,0
Кефир	200	5,6	6,4	8,2	118,0
Масло					
сливочное	5	—	4,1	—	37,4
растительное	20	—	19,8	—	179,8
Фрукты	300	1,2	—	33,9	138,0
Сухие фрукты	20	0,4	—	13,2	57,0
Овощи	300	5,0	—	19,7	96,5
Всего		96,4	66,0	255,9	1975,2

Нельзя питаться, например, одними углеводами, хотя они лучше других компонентов пищи подходят для покрытия энергетических затрат. Белки мяса содержат все необходимые человеку ами-

нокислоты, но в мясе нет многих витаминов, минеральных веществ, углеводов. Зато углеводов очень много в хлебе, картофеле и кашах. Таким образом, натурального универсального продукта, способного удовлетворить все потребности организма, нет. Доказано, что около трети пищевых белков должно быть животного происхождения, а треть — растительного.

Кроме того, при составлении пищевого рациона должна учитываться усвояемость пищи, так как примерно 16% её не усваивается. **Усвояемость** — способность пищи к перевариванию и всасыванию содержащихся в ней питательных веществ. Она зависит от количества пищи, способа её приготовления, а также индивидуальных особенностей и состояния организма конкретного человека.

Режим питания. Лучше всего питаться 3—4 раза в день. При этом завтрак должен обеспечить около 30% энергии, необходимой для нормальной жизнедеятельности, обед — около 50% и, наконец, ужин — около 20%. Желательно ужинать не позднее 19 ч, в противном случае велика вероятность набрать лишний вес. Несоблюдение режима, переедание, увеличение в рационе доли мучных продуктов ведёт к нарушению углеводного и жирового обменов, заболеваниям сердечно-сосудистой системы. Избыток углеводов, поступающих с пищей, приводит к образованию жиров, откладывающихся в подкожной жировой клетчатке.

Нарушения обмена веществ. Каждый человек имеет оптимальный вес, который определяется его ростом, полом, возрастом. Однако неправильное питание может стать причиной изменения веса человека как в одну, так и в другую сторону в зависимости от того, какой процесс обмена (пластический или энергетический) становится преобладающим. Одним из самых распространённых симптомов нарушения обмена веществ и одновременно заболеванием является **ожирение**. Ожирение делится на степени (по количеству жировой ткани) и на типы (в зависимости от причин, приведших к его развитию). Ожирение ведёт к повышенному риску возникновения сахарного диабета, гипертонической болезни и других заболеваний, связанных с наличием избыточного веса. Оказывается, в богатых, промышленно развитых странах ожирением страдает каждый пятый мужчина и каждая третья женщина. В бедных странах наблюдается противоположная картина. Там людям есть просто нечего, и многие страдают **дистрофией** — заболеванием, связанным с недостаточным поступлением в организм питательных веществ, особенно белка. Дистрофия характеризуется повреждением клеток и межклеточного вещества, в результате чего изменяется функция органа. В основе дистрофии лежит нарушение трофики, то есть комплекса механизмов, обеспечивающих метаболизм и сохранность структуры клеток и тканей.

Моя лаборатория

Заболевания, связанные с нарушением обмена веществ. Во многих случаях излишний аппетит или нежелание потреблять пищу является следствием болезни. *Анорексия* — это болезнь людей, желающих похудеть во что бы то ни стало. Причём чаще всего эти люди не являются толстыми! Сейчас стало ясно, что анорексия — серьёзное психическое расстройство, и некоторые психиатры считают её проявлением одной из форм шизофрении. Обычно эта болезнь наблюдается у молодых людей в возрасте от 12 до 30 лет. Чаще болезнь поражает девочек, чем мальчиков. Больные худеют настолько, что происходят нарушения пищеварения, кровообращения, психики. Для излечения необходимо прибегать к помощи врачей и госпитализировать больного.

Совершенно противоположная картина наблюдается при *булимии*. Для этого заболевания характерны приступы обжорства, во время которых больной, а чаще больная съедает во много раз больше еды, чем обычно, — переедает. Болезнь провоцируется беспокойством, эмоциональной напряжённостью, одиночеством. Лечение булимии в конечном счёте зависит от самого больного, который должен научиться снимать стресс какими-то другими способами, а не обжорством. Если же не контролировать себя, то можно потолстеть до невероятных размеров.



1. От чего зависят энергетические затраты человека?
2. Что такое нормы питания и от чего зависят особенности их расчёта?
3. От чего зависит пищевой рацион конкретного человека? Что необходимо учитывать при его составлении?
4. Каковы основные рекомендации по режиму питания?
5. Какие виды нарушения обмена веществ связаны с неправильным питанием? Охарактеризуйте их.

Энергетические затраты. Нормы питания. Пищевой рацион. Усвояемость. Режим питания. Ожирение. Дистрофия.

ПОДУМАЙТЕ! Чем должен различаться пищевой рацион людей, занимающихся умственным трудом, и людей, занимающихся тяжёлым физическим трудом?

ВЫВОДЫ К ГЛАВЕ 7

Обмен веществ в организме представляет собой совокупность всех химических реакций, происходящих в нём.

Химические реакции, связанные с превращением веществ, относят к двум процессам — пластическому и энергетическому обмену. Пластический обмен — это совокупность реакций синтеза органических веществ в клетке с использованием энергии. Энергетический обмен — это распад полученных с пищей питательных веществ до простых соединений. Процессы распада, названные биологическим окислением, протекают довольно медленно и приводят к высвобождению энергии, запасённой в химических связях органических молекул пищи. Высвобождающаяся энергия частично рассеивается в виде тепла, а частично запасается.

Различные питательные вещества при окислении выделяют разное количество энергии, единицей измерения которой являются джоули (Дж). При расчётах энергетической ценности продуктов и энергозатрат организма при различных видах нагрузки используют единицу измерения — калорию.

В организме человека все реакции обмена веществ происходят быстро благодаря участию ферментов. Отсутствие или нарушение активности какого-либо фермента приводит к заболеваниям или к гибели.

Для осуществления нормального обмена веществ человеку необходимы витамины, которые не являются материалом для биосинтеза или получения энергии, однако участвуют практически во всех обменных процессах обычно как структурные элементы ферментов (коферменты).

Количество энергии, необходимое человеку для осуществления жизнедеятельности, зависит от многих условий. Поэтому для каждого человека характерны индивидуальные энергетические затраты.

Потребляемая человеком пища (рацион) должна полностью покрывать затраты энергии. Несоблюдение режима питания ведёт к нарушению углеводного и жирового обмена, ожирению и заболеваниям сердечно-сосудистой системы.

Выделение продуктов обмена

В организме человека постоянно происходит обмен веществ. В этой главе мы рассмотрим особенности выделения продуктов жизнедеятельности из внутренней среды организма человека через специализированную мочевыделительную систему.



ВЫ УЗНАЕТЕ

— о роли выделения в поддержании постоянства внутренней среды организма;

— о строении мочевыделительной системы;

— об особенностях строения и функционирования почек;

— о регуляции деятельности мочевыделительной системы;

— о заболеваниях органов мочевыделения и их профилактике.

ВЫ НАУЧИТЕСЬ

— распознавать на наглядных пособиях органы мочевыделительной системы.

§ 33. ВЫДЕЛЕНИЕ И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ. ОРГАНЫ МОЧЕВЫДЕЛЕНИЯ

ВСПОМНИТЕ

1. Какие пути выделения продуктов обмена веществ из организма человека вам известны?
2. Как осуществляется регуляция работы органов, состоящих из мышечной ткани?

В результате процесса выделения происходит удаление из организма тех продуктов обмена, которые не могут быть использованы. Продукты распада различных веществ, образующиеся в клетках организма в процессе разнообразных обменных реакций, сначала поступают во внутреннюю среду, а затем выводятся из организма.

Значение выделения заключается в поддержании постоянства внутренней среды организма.

Основными органами выделения являются почки, через которые удаляются азотсодержащие продукты распада белков, избыток воды, некоторые соли и другие вещества. Таким образом, почки поддерживают постоянное соотношение воды и солей в организме.

Выделение продуктов обмена веществ осуществляется и другими путями. Через лёгкие из организма человека удаляется углекислый газ, небольшое количество паров воды, некоторые летучие вещества. **Потовые железы** выделяют через наружные покровы тела воду, мочевину, аммиак, соли. Через кишечник из организма с калом удаляются соли ядовитых тяжёлых металлов.

Органы мочевыделения. В анатомии человека органы мочевыделения относят к *мо-*

Рис. 56. Мочевыделительная система

чевыделительной системе. Среди органов мочевыделения различают: почки, мочеточники, мочевой пузырь и мочеиспускательный канал (рис. 56).

Строение и работа почек. Почки — парные бобовидные органы, расположенные у задней стенки брюшной полости на уровне 1-го и 2-го поясничных позвонков. Масса каждой почки приблизительно равна 150 г. Длина почки в среднем 12 см. Почки прикреплены к брюшной стенке слоем соединительной ткани таким образом, что располагаются по обе стороны позвоночника, над поясницей, позади печени и желудка (см. рис. на с. 149). Снаружи каждая почка покрыта оболочками из соединительной и жировой ткани. Почка состоит из двух слоёв: более тёмного наружного — *коркового* и более светлого внутреннего — *мозгового* (см. рис. 56). Вогнутый край почки обращён к позвоночнику. В этом месте в почку входят и выходят из неё кровеносные сосуды. В этом же месте в почке находится полость, называемая *почечной лоханкой*. От почечной лоханки каждой почки отходит мочеточник, соединяющий почку с мочевым пузырём.

Каждая почка состоит приблизительно из 1 млн нефронов. **Нефрон** является функциональной единицей почки и может обеспечивать процесс фильтрации, однако концентрирование мочи происходит только при совместной работе многих нефронов. Отдельный нефрон состоит из *капсулы* и *почечного канальца* (рис. 57).

Капсулы нефронов расположены в корковом слое почки и представляют собой микроскопическую *чашечку* из двух слоёв эпителиальных клеток, между которыми имеется щелевидное пространство, дающее начало почечному канальцу. Внутри капсулы расположен клубочек кровеносных капилляров, образующийся в результате многократного ветвления почечной артерии, несущей кровь в почки. Почечная артерия отходит от аорты, давление в ней



Рис. 57. Строение нефрона

очень велико, и за 45 мин через почки проходит вся кровь организма человека.

За счёт высокого давления крови в клубочковых капиллярах вода и небольшие молекулы различных веществ, содержащиеся в плазме крови, проходят через тонкие однослойные стенки и попадают в щелевидное пространство капсулы, от которой начинается почечный канал. Образовавшийся при этом раствор называют *первичной мочой*. По составу первичная моча близка к лишённой белков плазме крови. Белки из-за большого размера молекул не могут попасть в просвет капсулы. Первичная моча содержит мочевину, сахара, витамины, минеральные соли, аминокислоты. Таким образом, бóльшая часть компонентов первичной мочи необходима организму и не должна удаляться из него.

Из просвета капсул первичная моча движется по извитому канальцу, стенки которого способны к *обратному всасыванию* большинства веществ, содержащихся в первичной моче. При этом из первичной мочи обратно в кровь, проходящую по капиллярам, оплетающим извитые канальцы, поступают вода, соли натрия и калия, глюкоза, витамины, аминокислоты, то есть те вещества, которые организм может использовать в процессах обмена и терять которые было бы опасно для здоровья. В результате концентрирования из первичной мочи в канальцах образуется *вторичная моча*, которая содержит 98% воды, 1,8% мочевины, 0,2% мочевой кислоты и некоторые минеральные соли (табл. 5). За сутки у здорового человека образуется 1,7—2,0 л вторичной мочи, что составляет примерно 10% объёма первичной мочи.

Таблица 5

Сравнительный состав плазмы крови, первичной и вторичной мочи

Вещества	Плазма крови, %	Первичная моча, %	Вторичная моча, %
Белки, жиры, гликоген	7—9	—	—
Глюкоза	0,1	0,1	—
Натрий (в составе солей)	0,3	0,3	0,4
Хлор (в составе солей)	0,37	0,37	0,7
Калий (в составе солей)	0,02	0,02	0,15
Мочевина	0,03	0,03	1,8
Мочевая кислота	0,004	0,004	0,2

Процессы образования мочи требуют больших энергетических затрат — около 10% всей энергии организма. По собирательным трубкам вторичная моча попадает в почечные лоханки и далее по **мочеточникам** в мочевой пузырь.

Мочевой пузырь — гладкомышечный мешок, служащий для сбора мочи. Он расположен в нижней части таза между прямой кишкой и лобковыми костями. С внешней средой мочевой пузырь соединяется **мочеиспускательным каналом**, перекрытым специальным *сфинктером*. Стенки мочевого пузыря растягиваются, когда он постепенно наполняется мочой, и сокращаются, когда происходит мочеиспускание.

Регуляция мочеиспускания осуществляется нейрогуморальным путём. Из почек по мочеточникам постоянно движутся небольшие порции мочи, способствующие постепенному наполнению мочевого пузыря. Мочеиспускание происходит рефлекторно: в центральную нервную систему от рецепторов мочевого пузыря поступает сигнал о том, что его стенки растянуты и, следовательно, накопилось много мочи. В результате из нервной системы приходит сигнал, заставляющий стенки пузыря сократиться и избавиться от мочи. Во время мочеиспускания открывается сфинктер, расположенный между мочевым пузырём и мочеиспускательным каналом. Стенки пузыря сокращаются, и моча под давлением поступает в этот канал.

Именно так всё и происходит у маленьких детей! Но в процессе взросления этот рефлекс становится подконтрольным высшим отделам мозга, и мочеиспускание делается произвольным. В норме у взрослого человека желание опорожнить мочевой пузырь возникает, когда в нём накапливается около 0,5 л мочи.



1. Какие вещества удаляются из организма человека с мочой?
2. Какие органы входят в состав мочевыделительной системы?
3. Какое строение имеют почки и каково их месторасположение в организме человека?
4. Что является основной функциональной единицей почки? Ответ обоснуйте.
5. Каковы особенности регуляции процесса мочеиспускания?

!

Почка. Нефрон. Мочеточник. Мочевой пузырь. Мочеиспускательный канал.

ПОДУМАЙТЕ! Почему длина мочеиспускательного канала у женщин и мужчин различается (3—3,5 см и 18—20 см соответственно)?

§ 34. ЗАБОЛЕВАНИЯ ОРГАНОВ МОЧЕВЫДЕЛЕНИЯ

ВСПОМНИТЕ

1. Что такое внутренняя среда организма и каков её состав?
2. Какое значение для организма человека имеет относительное постоянство внутренней среды?
3. Какие системы органов принимают участие в поддержании постоянства внутренней среды?

Нарушения работы почек приводят к изменению состава внутренней среды организма. При этом нарушается течение многочисленных реакций обмена веществ, что приводит к сбою в работе всех органов и систем организма и вызывает опасность для жизни человека. Если поражённые болезнью почки производят мало мочи, то вода задерживается в организме и возникают отёки.

Через почки многократно проходят все вещества, находящиеся в крови, в том числе и те, которые могут разрушать капсулы нефронов: уксус, алкоголь, поваренная соль.

Заболевания мочевыделительной системы. Одно из заболеваний органов мочевыделения — **мочекаменная болезнь.** Камни — это твёрдые тела, которые могут образовываться в почках или мочевом пузыре, что приводит к возникновению болей, кровотечениям, воспалению, нарушениям оттока мочи.

Если в почки проникают болезнетворные бактерии, они могут вызвать в нефронах воспалительный процесс — **пиелонефрит** и разрушить однослойный эпителий капсул нефронов. В этом случае из крови в мочу начнут проникать крупные молекулы и клетки крови и в моче появятся белки, эритроциты, лейкоциты. При повреждении стенок почечных канальцев ухудшается обратное всасывание в кровь необходимых веществ, в частности солей. Эти вещества выводятся с мочой, создавая, таким образом, их нехватку в организме.

Ещё одним заболеванием органов выделения является **цистит** — воспаление мочевого пузыря. У здорового человека моча стерильна, но бактерии могут попадать в мочевой пузырь по мочеиспускательному каналу и вызывать инфекционный процесс. У женщин цистит возникает чаще. Цистит, как и пиелонефрит, лечат антибиотиками.

Очень опасна для жизни человека **острая почечная недостаточность** — быстрое снижение способности почек очищать кровь от продуктов обмена, например мочевины. Причиной острой почечной недостаточности могут быть повреждение почек, нарушение их кровоснабжения, почечные камни, отравления и др.

Моя лаборатория

Трансплантация почки. Если вылечить болезнь почек невозможно, то приходится прибегать к пересадке донорской почки. Донорских почек для пересадки всегда не хватает. Пациенты дожидаются своей очереди, обеспечивая крови чистку при помощи аппарата «искусственная почка». Донорская почка сохраняется в специальном растворе при пониженной температуре сутки и даже более. Однако, чем больше времени прошло до пересадки почки, тем хуже она будет выполнять свои функции после операции. Часто больную неработающую почку не удаляют, а оставляют её на своём месте, донорскую почку располагают ниже в брюшной полости. Более 90% людей, которым пересадили почку, возвращаются к нормальной жизни в течение трёх месяцев после операции. Сейчас среди нас живут люди, которым чужая почка верно служит более двух десятков лет.

Мочекаменная болезнь. Это заболевание, вызванное нарушением обмена веществ, и камни появляются в тех случаях, когда моча перенасыщена солями или в ней не хватает тех веществ, которые препятствуют образованию этих твёрдых тел. Чаще всего камни состоят из солей кальция. Камни сильно различаются по величине и могут быть как совсем маленькими, как песчинки, так и очень большими, заполняющими всю почечную лоханку. Крупные камни приходится извлекать хирургическим путём или дробить их ультразвуковыми волнами. Меры предупреждения мочекаменной болезни сводятся к уменьшению содержания в крови веществ, из которых образуются камни, с помощью лечебной диеты или путём применения лекарственных препаратов.



1. Каковы последствия нарушения работы органов мочевыделения?
2. Каковы основные причины нарушения работы почек?
3. Какие заболевания почек вам известны и каковы меры их профилактики?

Мочекаменная болезнь. Пиелонефрит. Цистит. Острая почечная недостаточность.

ПОДУМАЙТЕ! Почему жить без почек или с неработающими почками невозможно?

ВЫВОДЫ К ГЛАВЕ 8

Выделение — это процесс удаления из организма продуктов обмена, которые не могут быть использованы. В нём принимают участие органы дыхания, пищеварительной системы, кожи. Продукты распада различных веществ, образующиеся в клетках организма, сначала поступают во внутреннюю среду, а затем выводятся из организма наружу. Значение выделения заключается в поддержании постоянства внутренней среды организма.

Специализированной системой, обеспечивающей выделение продуктов обмена веществ из организма, является мочевыделительная система. К органам мочевыделения относят почки, мочеточники, мочевой пузырь, мочеиспускательный канал.

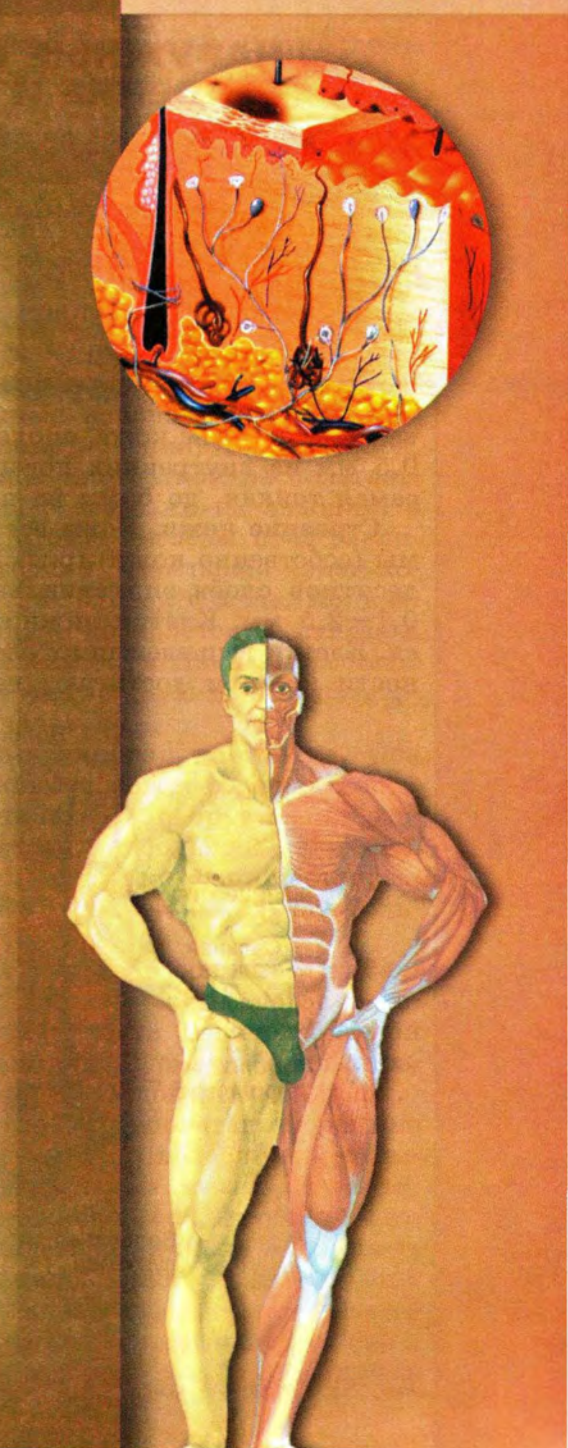
Через почки в виде мочи удаляются избыток воды, азотсодержащие продукты распада белков, некоторые соли и другие вещества. Это энергоёмкий процесс, на него затрачивается около 10% всей энергии организма.

Функциональной единицей почки является нефрон. Отдельный нефрон может обеспечивать процесс фильтрации, однако концентрирование мочи происходит только при совместной работе многих нефронов.

Нарушения работы почек приводят к изменению состава внутренней среды организма. Наиболее часто встречающими заболеваниями органов мочевыделения являются: мочекаменная болезнь, пиелонефрит, цистит и острая почечная недостаточность. Для сохранения правильной работы органов мочевыделительной системы важно соблюдать правила гигиены и правильного питания.

Регуляция мочевыделения осуществляется нейрогуморальным путём.

Покровы тела человека



Основной контакт организма человека с окружающей средой осуществляется через кожные покровы. Кожа является самым большим органом человека. Она защищает внутренние структуры от неблагоприятных воздействий внешней среды.

ВЫ УЗНАЕТЕ

— какое строение имеет кожа и каковы её основные функции;
— о роли кожи в терморегуляции;
— о профилактике повреждений кожи и её гигиене.

ВЫ НАУЧИТЕСЬ

— правильно осуществлять уход за кожей, волосами, ногтями;
— оказывать помощь себе и окружающим при травмах покровов тела, ожогах и обморожениях;
— определять тип кожи с помощью бумажной салфетки.

§ 35. НАРУЖНЫЕ ПОКРОВЫ ТЕЛА. СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ КОЖИ

ВСПОМНИТЕ

1. Какое значение для организма имеют покровы тела?
2. Какие ткани организма человека выполняют защитную функцию?

К наружным покровам человека относятся кожа и её производные — ногти и волосы, а также слизистые оболочки. Кожа является естественной границей, разделяющей внутреннюю среду организма и внешнюю среду. В среднем площадь кожи человека составляет около 1,7—2,0 м^2, а весит вся наша кожа около 3 кг. Толщина кожи колеблется от 0,5 мм на внутренних поверхностях предплечий и веках, где она самая тонкая, до 5 мм на подошвах ног, где она самая толстая.

Строение кожи. Кожа состоит из двух слоёв: эпидермиса и дермы (собственно кожи) (рис. 58). **Эпидермис** состоит из нескольких десятков слоёв эпителиальных клеток, толщина его составляет 0,1—2,5 мм. Клетки нижних слоёв эпидермиса непрерывно делятся. Клетки вышележащих слоёв постепенно передвигаются к поверхности кожи и достигают её уже омертвевшими, ороговевшими.

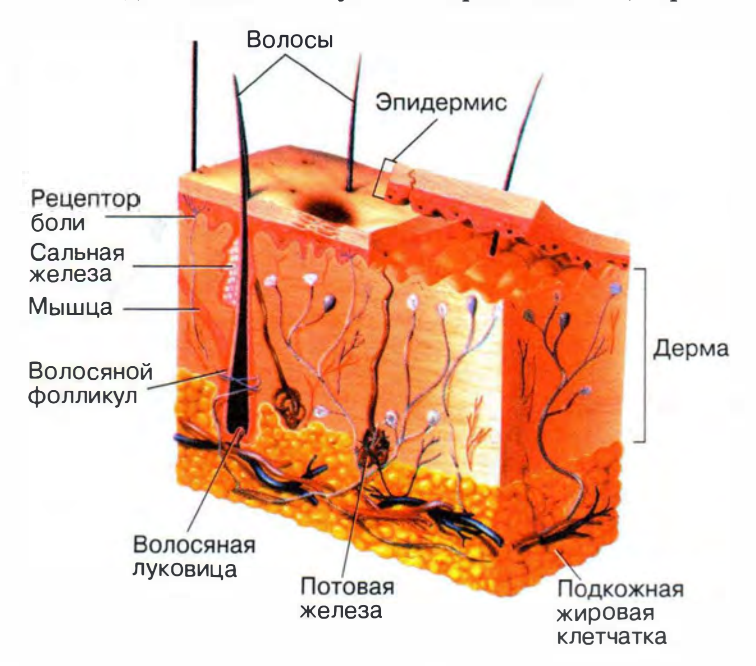


Рис. 58. Строение кожи

Они постоянно слущиваются, и их место занимают клетки нижних слоёв. В среднем за один год жизни человек теряет до 700 г кожных частичек.

Дерма, или собственно кожа, состоит из соединительной ткани. В дерме находится большое число гладкомышечных волокон, а также переплетённые волокна белков — коллагена и эластина. Благодаря этому кожа человека пластична и упруга. В дерме также расположены тысячи мельчайших кровеносных сосудов. Кровь, текущая по этим сосудам, снабжает кожу питательными веществами, кислородом и уносит продукты обмена. В случае повреждения кожи быстро образуется сгусток крови, покрывающий рану и защищающий организм от попадания в него инфекционных агентов.

В дерме расположены многочисленные нервные окончания — рецепторы, позволяющие ощущать прикосновения, тепло, холод, боль. В ней же на границе с подкожной клетчаткой располагается около 3 млн *потовых желёз*. Больше всего их на ладонях, в подмышечных и паховых складках. Потовые железы представляют собой длинные неразветвлённые трубочки, начальный конец которых скручен в клубочек. По составу пот близок к моче. Количество пота, выделяемого человеком, сильно колеблется, достигая в жаркие дни 3 л в сутки. Потовые железы не только выполняют выделительную функцию, но и играют важнейшую роль в поддержании постоянной температуры тела человека.

Под дермой расположена **подкожная жировая клетчатка**. Она образована рыхлой соединительной тканью и может содержать значительные жировые отложения. Толщина её варьируется на различных участках тела человека, достигая наибольшей величины на бёдрах и животе. Запасаемый жир не только защищает организм от переохлаждения, но и является резервом на случай больших энергетических затрат.

Производные кожи. Волосы и ногти состоят в основном из белка *кератина*. Этот же белок входит в состав шерсти, рогов и копыт животных. Сами по себе и волосы, и ногти лишены болевой чувствительности, но если за них сильно потянуть, то болевые рецепторы кожи среагируют и боль может быть довольно сильной.

Волосы развиваются из корней, которые располагаются на дне особых впадин в коже — волосяных сумок, или волосяных фолликул (см. рис. 58). Фолликулы содержат *сальные железы*, выделяющие микроскопическое количество кожного сала, необходимого для смазывания волос и кожи. В каждом фолликуле есть очень маленькая мышца, способная приподнимать волос. Если человеку холодно или он испытывает сильные эмоции (например, сильный испуг), то эти рудименты мышц сокращаются, волоски и кожа вокруг них приподнимаются. Образуется так называемая гусиная

кожа. В среднем у каждого человека на голове находится около 100 тыс. волос.

Ногти также ороговевшие кожные образования. Нижнюю часть ногтя, которая погружена в кожу, называют корнем, а видимую часть — телом ногтя. Ногти выполняют защитную функцию, прикрывая самые чувствительные части наших пальцев. На руках ногти растут гораздо быстрее, чем на ногах.

К производным кожи относятся и *молочные железы*. Каждая из двух желёз состоит из 15—20 видоизменённых потовых желёз, развившихся в дольки. У мужчин они остаются недоразвитыми, а у женщин формируют молочные железы в период полового созревания. Во время беременности эти железы увеличиваются, для того чтобы обеспечить новорождённого самой ценной пищей на земле.

Функции кожи. Кожа, выполняя защитную функцию, надёжно защищает все находящиеся под ней органы от механических повреждений, препятствует потере воды организмом и проникновению в него болезнетворных агентов (бактерий, простейших, грибов).

В коже располагается большое количество чувствительных нервных окончаний, поэтому человек может ощущать прикосновение, боль, изменение температуры окружающей среды.

Кожа обеспечивает удаление некоторых продуктов обмена вместе с потом и кожным салом. В ней в подкожной жировой клетчатке, накапливаются основные запасы жира. Кожа принимает участие и в терморегуляции организма.

Моя лаборатория

Проведите самонаблюдение

1. Рассмотрите под лупой тыльную поверхность кисти и кожу ладони. Отметьте, что вы обнаружили на коже.

2. Ответьте на вопросы.

- Куда ведут поры, из которых выходят волосы?
- Почему участки кожи, разделённые на ромбики, квадратики и треугольники, блестят?
- За счёт каких образований кожа во время озноба собирается в складки (гусиная кожа)?
- Куда ведут мелкие поры на ладонной поверхности кожи?

3. Проведите карандашом по тыльной стороне кисти. Почему ощущение прикосновения сменяется ощущением холода?



Определение типа своей кожи с помощью бумажной салфетки

Умойтесь с мылом и через 3—4 ч плотно промокните лицо бумажной косметической салфеткой. По числу и интенсивности оставленных на салфетке жирных отпечатков можно сделать вывод о типе кожи.

Нормальная кожа — на салфетке остаются незначительные жировые отпечатки (в области носа и лба).

Сухая кожа — на салфетке не остаётся жировых отпечатков.

Жирная кожа — на салфетке заметны интенсивные жировые отпечатки в области носа, щёк, лба и менее интенсивные в других областях лица.

Комбинированная кожа — умеренные жировые отпечатки располагаются в Т-зоне лица (лоб, нос, подбородок).

Роль кожи в терморегуляции. Около 80% тепла, образующегося в организме при окислении различных веществ и при сокращении мышц, выделяется во внешнюю среду через кожу. При высоких температурах окружающего воздуха расширение сосудов кожи и увеличение выделения и испарения пота являются важнейшим механизмом теплоотдачи, предохраняющим человека от перегревания. При похолодании сосуды кожи рефлекторно сужаются, кровоток уменьшается и потери тепла снижаются.



1. Что образует наружные покровы организма человека?
2. Что представляет собой кожа как орган?
3. Какое строение имеет кожа?
4. Какие производные кожи вам известны и какое строение они имеют?
5. Каковы основные функции кожи?

@ Охарактеризуйте роль кожи в терморегуляции организма человека.

Эпидермис. Дерма. Подкожная жировая клетчатка. Ногти. Волосы.

ПОДУМАЙТЕ! От чего может зависеть степень оволосения наружных покровов тела у разных людей?

§ 36. БОЛЕЗНИ И ТРАВМЫ КОЖИ

ВСПОМНИТЕ

1. Каково значение кожных покровов для организма человека?
2. Каковы основные причины травматизма?
3. Какие из известных вам живых организмов являются причиной заболеваний кожных покровов человека?

Травмы кожи. Кожа постоянно подвергается разнообразным внешним воздействиям, и далеко не всегда эти воздействия полезны для неё. Физические и химические раздражители часто вызывают воспалительные процессы кожи — **дерматиты**. Наиболее часто встречаемые дерматиты — потёртости, опрелости, ожоги и обморожения.

Потёртость — местное воспаление кожи, возникающее под влиянием механического раздражения. Потёртость чаще всего образуется на пятках и пальцах ног в результате неумелого ухода за кожей ног или при ношении плохо подобранной обуви. При признаках потёртости необходимо сделать ванночку с марганцовкой, затем, просушив больное место, присыпать пудрой, присыпкой или смазать жирным кремом.

Опрелость — воспаление кожи в складках, возникающее в результате трения влажных поверхностей. Опрелость чаще возникает в жаркое время года у тучных людей, а также у грудных детей. При опрелости кожа краснеет, появляются мокнущие участки с неровными контурами. Нередко опрелость осложняется гнойничковой или грибковой инфекцией. Лечение проводит врач. Для предупреждения опрелости необходим регулярный гигиенический уход за кожей. При предрасположенности к опрелости кожные складки после мытья и просушивания мягким полотенцем рекомендуется протирать прокипячённым растительным маслом и присыпать пудрой или тальком.

Ожоги — повреждение тканей, вызванное действием высокой температуры, химических веществ, электрического тока и радиоактивного излучения. Проблема сохранения жизни человеку, получившему обширные ожоги, является одной из самых сложных в современной медицине.

В быту и на производстве наиболее часто встречаются термические ожоги. Повреждающее действие высокой температуры не ограничивается только болезненными проявлениями в месте ожога, а затрагивает ткани кожных покровов, вызывая их омертвение, а в тяжёлых случаях и гибель человека от ожогового шока или ожоговой болезни. Тяжесть состояния пострадавшего от ожога зависит от нескольких факторов: площади ожоговой поверхности, а

также глубины ожога. Если площадь поражения превышает 10% всей поверхности тела, то развитие ожогового шока неизбежно!

Площадь ожога можно примерно определить следующим образом. Считается, что поверхность кожи руки составляет примерно 9% общей площади кожных покровов, ноги — 18%, груди и спины — по 9%, живота и поясницы — по 9%. Ожог области промежности, а также ожог пищевого тракта приравнивают к 1% площади покровов тела.

По глубине поражения ожоги бывают четырёх степеней: I степень — покраснение кожи; II степень — появление пузырей, заполненных тканевой жидкостью; III и IV степени — полное разрушение кожи, обугливание с поражением лежащих ниже мышц. Химические ожоги чаще всего являются следствием попадания на кожу концентрированной кислоты (серной, азотной, соляной), реже — едких щелочей (едкого калия или натрия, нашатырного спирта), хлорной извести.

Ожоговый шок развивается в связи с раздражением огромного количества нервных элементов обширной области поражения. Чем больше площадь ожога, тем чаще бывает и тяжелее протекает шок. При ожогах более 50% поверхности тела шок наблюдается у всех пострадавших и является основной причиной смерти. Механизм ожогового шока сходен с механизмом травматического шока (см. с. 53), но связан не только с сильной болью, но и со значительной потерей жидкости организмом через повреждённые ткани. В зависимости от площади ожога, потеря жидкости за несколько часов может составить 3—4 л. Кроме того, разрушенные ткани начинают выделять токсические вещества, которые с кровотоком разносятся по организму, начинают его отравлять и вызывают нарушение работы выделительной системы. Само же нарушение целостности кожного покрова делает организм абсолютно беззащитным перед любой инфекцией. Таким образом, происходит постепенное развитие *ожоговой болезни*, которая развивается после ожогового шока.

Боль от ожогов доставляет страшные мучения, облегчить которые могут только обезболивающие средства. Поэтому для предотвращения развития шока необходимо как можно скорее ввести пострадавшему обезболивающее средство. Для этого можно использовать препараты, содержащие анальгин, — *анальгетики*. В больничных условиях могут также применяться другие обезболивающие средства, в том числе газовые смеси на основе закиси азота и кислорода. Кроме того, пострадавшему необходимо компенсировать потери жидкости или хотя бы постараться их уменьшить. Для этого можно обложить обожжённую поверхность пузырями со льдом или целлофановыми пакетами, наполненными снегом или

холодной водой, и постараться обеспечить пострадавшего обильным тёплым питьём.

В случае получения пострадавшим ожогов, связанных с нарушением целостности кожных покровов, ни в коем случае нельзя: удалять с поверхности ожога остатки сгоревшей одежды; смазывать ожоговую поверхность жиром или посыпать её мукой или крахмалом; вскрывать пузыри; бинтовать обожжённую поверхность. Все эти действия только усугубят положение травмированного, усилят шок или спровоцируют проникновение инфекции.

Обморожение — повреждение тканей тела под влиянием холода. Основная причина повреждения тканей при обморожении — стойкие изменения в кровеносных сосудах, вызванные их длительным спазмом, являющимся защитной реакций организма на охлаждение. Чаще всего обмораживаются ушные раковины, пальцы рук и ног. Кровообращение в них постепенно замедляется, а затем и вовсе прекращается. Наступает момент, когда организм уже не может противостоять действию холода, и в тканях происходят глубокие изменения, ведущие к гибели клеток, кожа теряет чувствительность и белеет. К числу факторов, способствующих обморожению, относятся ношение тесной, затрудняющей кровообращение одежды и обуви, сырая одежда, обувь и перчатки, ослабление организма в результате болезни.

Заболевания кожи. Неправильное питание, недостаток ряда витаминов, несоблюдение правил гигиены и т. п. — всё это увеличивает вероятность заболеваний кожных покровов.

Закупорка протоков сальных желёз может приводить к воспалительным процессам кожи. В результате возникают *прыщи*, *гнойники*, *фурункулы*. У подростков из-за развивающихся в кожном сале бактерий образуется **угревая сыпь**. Чтобы уменьшить число угрей, следует избегать острой и жирной пищи, лучше следить за чистотой кожи.

Самым частым вирусным заболеванием кожи являются **бородавки**, которые могут появляться в самых неожиданных местах, например даже под ногтями. Иногда их приходится удалять хирургическим путём.

Распространённым заболеванием кожи и волосяного покрова является **стригущий лишай**, возбудителем которого является грибок. На месте поражения волосяного покрова волосы обламываются у самых корней и образуются проплешины. Человек заражается грибком от кошек, собак или больных людей. Это заболевание обязательно следует лечить.

Клещи являются возбудителем заразной болезни кожных покровов — *чесотки*. Чесоточные клещи отличаются очень маленькими размерами. Они способны проникать в кожу и прогрызать в ней



ходы длиной в несколько сантиметров. Самки откладывают яйца также в кожу. Чесотка вызывает сильнейший зуд, не дающий человеку сосредоточиться, спать. В настоящее время чесотка довольно быстро излечивается.

Моя лаборатория

Первая помощь при ожогах. При солнечных ожогах используют различные средства, которые продаются в аптеках. Это могут быть эфирные масла (ромашковое), а также крема от солнечных ожогов с витамином Е. Первая помощь при химических ожогах — немедленное промывание поражённой кожи слабым раствором соды (при ожоге кислотами), уксуса (при ожоге щелочами) либо просто большим количеством проточной воды.

Первая помощь при обморожении заключается в том, что пострадавшего нужно как можно скорее согреть, обложив его грелками (вода в грелке не должна быть очень горячей), и отправить в больницу. Обмороженную конечность нужно погрузить в тёплую воду (37—40 °С) и осторожно растирать до покраснения и восстановления чувствительности, затем наложить повязку. Нельзя растирать снегом или погружать обмороженную конечность в холодную воду. Следует помнить, что обмороженные участки тела особенно чувствительны к холоду, поэтому в дальнейшем их нужно тщательно оберегать от его воздействия.



1. Что может стать причиной воспалительных процессов кожи?
2. Каковы основные приёмы оказания первой помощи при различных травмах кожи?
3. В чём заключаются сходство и различия между термическими ожогами и ожогами, вызванными химическими веществами?
4. Каковы основные причины появления угревой сыпи на коже подростков и меры её профилактики?

@ Охарактеризуйте основные причины заболеваний кожных покровов человека.

Дерматит. Потёртости. Опрелость. Ожог. Обморожение. Угревая сыпь. Бородавки. Стригущий лишай.

ПОДУМАЙТЕ! Может ли стригущий лишай появиться на открытых участках кожи человека и почему?

§ 37. ГИГИЕНА КОЖНЫХ ПОКРОВОВ

ВСПОМНИТЕ

1. Каково значение витамина D для организма человека?
2. Почему для человека важно поддерживать постоянную температуру тела?

Для того чтобы иметь здоровые кожные покровы, необходимо содержать кожу в чистоте. Главный способ ухода за ней — регулярное мытьё, при котором с поверхности кожи смываются выделения сальных и потовых желёз, ороговевшие мёртвые клетки эпидермиса, пыль, микробы, частицы грязи. На грязной коже человека находится огромное число микроорганизмов различных видов — до 30—40 тыс. на 1 см^2. Лицо следует мыть тёплой водой, так как холодная способствует закупорке протоков сальных желёз и образованию угревой сыпи, а горячая делает кожу дряблой и морщинистой, снижая её эластичность. Шею следует мыть с мылом каждый день. Больше всего подвержена вредным внешним воздействиям кожа рук.

При выполнении домашней работы, загрязняющей руки (чистке овощей, стирке, мытье посуды), целесообразно пользоваться резиновыми перчатками. Если их нет, рекомендуется использовать силиконовый крем для рук, создающий на коже рук тонкую защитную плёнку. Особого ухода требует кожа людей, работающих в сельском хозяйстве или в своих огородах и садах. Огромное количество микроорганизмов, в том числе и болезнетворных, скапливается под длинными ногтями, поэтому их нужно регулярно остригать, особенно юношам, так как девушки за своими ногтями обычно следят.

Гигиена одежды и обуви. Условия жизни современного человека сильно отличаются не только от условий существования первобытных предков, но и от тех условий, в которых наши прапрадеды и прапрабабушки жили 200 лет тому назад. Люди искусственно изолировали себя от неблагоприятных воздействий внешней среды, создав вокруг себя комфортный микроклимат. Они стали строить дома, изготавливать и носить одежду и обувь.

Изначально одежда предназначалась для того, чтобы защищать человека от холода, ветра, дождя, снега. Одежда должна быть лёгкой, не стеснять движений, не мешать дыханию и кровообращению. При низкой температуре окружающего воздуха одежда должна препятствовать потере тепла организмом, сохраняя температуру кожи туловища на уровне 32—34 °С. В жаркие, солнечные дни одежда, наоборот, должна препятствовать доступу к нашему телу солнечного излучения. Светлые ткани в большей степени отража-

ют солнечные лучи, чем ткани, окрашенные в тёмные цвета. Особенно большое влияние на организм оказывают ультрафиолетовые лучи, а летом таких лучей в составе солнечного света сравнительно много. Небольшие дозы ультрафиолетового излучения очень полезны для организма человека, так как при этом в коже вырабатывается витамин D. Но большие дозы ультрафиолетового излучения могут вызывать ожоги и даже стать причиной образования опухолей кожных покровов. Вот почему необходимо с помощью одежды регулировать приток ультрафиолетовых лучей к коже. Это можно сделать, обнажая тело в большей или меньшей степени, а также подбирая ткани, обладающие различной степенью проницаемости для ультрафиолетовых лучей. Наибольшее количество этих лучей проходит через тонкие ткани (майя, батист), разреженные ткани (маркизет, вуаль) и искусственные шёлковые ткани, а наименьшее — через тёмные плотные хлопчатобумажные ткани.

Одежда должна не только защищать тело от ветра и холода, но и пропускать водяные пары и воздух. Ведь воздух под одеждой постоянно увлажняется из-за испарения пота, и водяные пары не должны скапливаться и конденсироваться, приводя к очень неприятным ощущениям.

Обувь помогает удерживать стопу в нормальном положении. Одно из основных гигиенических требований, предъявляемых к обуви, — она должна помогать мышцам и связкам удерживать свод стопы в нормальном положении и не стеснять движения пальцев. Кроме того, обувь должна быть сухой и тёплой, так как именно переохлаждение ног часто приводит к простудным заболеваниям.

Нарушения терморегуляции. Распространение средств защиты от холода и перегрева помогает человеку работать и в Заполярье, и в пустынях. Однако способности человека самостоятельно противостоять охлаждению понизились. Организм человека стал чрезвычайно чувствительным к холоду, легко подвергается различным нарушениям под его влиянием. Снизились и необходимые для жизнеобеспечения физические нагрузки. Всё больше людей с трудом переносят не только холод, но и незначительную жару, становясь практически нетрудоспособными в жаркие летние дни.

Тепловой удар — болезненное состояние, возникающее в результате общего перегревания организма при длительном воздействии высокой температуры окружающей среды. Тепловой удар возникает потому, что при перегревании и чрезмерном потоотделении организм теряет большое количество жидкости, кровь сгущается, нарушается равновесие солей в организме. В тяжёлых случаях это приводит к кислородному голоданию тканей, в частности головного мозга.

Солнечный удар происходит при действии прямых солнечных лучей на непокрытую голову. Обычно это сопровождается перегреванием тела. Признаки солнечного удара и первая помощь пострадавшему такие же, как и при тепловом ударе.

Для того чтобы снизить вероятность перегревания организма, очень важно соблюдать правильный питьевой режим. Питьё слабого чая, минеральной воды, кваса поддерживает водно-солевое равновесие в организме. Употребление любых алкогольных напитков в жару резко нарушает терморегуляцию и способствует наступлению теплового удара.

При длительных походах следует своевременно устраивать привалы для отдыха в тенистом месте. Одежда должна быть лёгкой, пропускающей воздух, голову нужно покрывать. Необходимо быть осторожным и при отдыхе на пляже в жаркое время года.

Известно, что здоровье человека на 30% зависит от наследственных факторов, на 10% — от медицинского обслуживания и на 50% — от образа жизни. Здоровый образ жизни — это рациональное питание, занятия спортом, отказ от алкоголя и курения и многое другое. Важную роль играет и закаливание.

Закаливание — это научно обоснованное систематическое использование естественных факторов природы для повышения устойчивости организма к неблагоприятным факторам окружающей среды. Естественными природными факторами служат воздух, вода и солнце. Закаливание неотделимо от физической культуры, поэтому они всегда рассматриваются комплексно.

В тёплое время года для закаливания можно использовать длительные прогулки на свежем воздухе, сон в помещении с открытым окном при температуре воздуха не ниже 16 °С. Полезно дома ежедневно ходить по полу босиком. В холодное время года для закаливания используют дозированные прогулки пешком, ходьбу на лыжах.

Закаливание водными процедурами имеет свои особенности. Вода более энергичный закаливающий фактор, чем воздух. Теплопроводность воды в 28 раз больше теплопроводности воздуха. Кроме температурного, вода оказывает механическое воздействие на кожу, осуществляя своеобразный массаж, который улучшает капиллярное кровообращение.

Наиболее распространённые формы закаливания водой в домашних условиях — обтирания, обливания и душ. Начинать закаливание следует при температуре воды не ниже 34—35 °С. При ежедневном обливании (обтирании) через каждые 6—7 дней температуру воды следует снижать на 1 °С и довести её до 22—24 °С. Обтирания и обливания водой указанной температуры рекомендуется продолжать 2—3 месяца.

Моя лаборатория

Правила закаливания. Закаливаться нужно, следуя определённым правилам.

1. Индивидуальный подход. Для каждого человека необходим свой режим закаливания: частота и длительность закаливающих процедур, температура воды и воздуха.

2. Систематичность. Хорошие результаты можно получить лишь при систематическом проведении процедур. Перерыв в закаливании снижает приобретённую устойчивость.

3. Постепенность. Важность этого правила определяется самой сущностью закаливания: постепенно приспосабливаться к необычным условиям.

4. Разнообразие закаливающих средств. Для закаливания нужно сочетать разнообразные факторы внешней среды.

Перегрев организма и его профилактика. Первые признаки теплового удара — вялость, разбитость, тошнота, головная боль, головокружение. При дальнейшем перегревании повышается температура тела до 38—40 °С, может наступить обморок, а иногда даже судороги. До прибытия врача пострадавшего следует уложить в тени или в хорошо проветриваемом помещении. К голове, а также к области крупных сосудов (боковые поверхности шеи, подмышки, паховые области) прикладывают пузыри со льдом или холодной водой. Можно укутать больного мокрой простынёй, так как испарение воды из неё несколько снизит температуру. Для ускорения испарения можно включить вентилятор.



1. Каковы основные правила ухода за покровами тела?
2. Каковы основные гигиенические требования, предъявляемые к одежде и обуви?
3. Каковы основные причины нарушения теплообмена и пути его профилактики?

Тепловой удар. Солнечный удар. Закаливание.

ПОДУМАЙТЕ! Почему употребление алкоголя в жару резко нарушает терморегуляцию и способствует наступлению теплового удара?

ВЫВОДЫ К ГЛАВЕ 9

К наружным покровам человека относятся кожа и её производные — ногти и волосы, а также слизистые оболочки. Они являются естественной границей, разделяющей внутреннюю среду организма и внешнюю среду.

Кожа состоит из двух слоёв: эпидермиса и дермы. Эпидермис образован многослойным ороговевающим эпителием. Мёртвые клетки эпителия постоянно слущиваются, их место занимают живые клетки нижних слоёв. Дерма, или собственно кожа, состоит из соединительной ткани. В ней расположены кровеносные сосуды и многочисленные нервные окончания — рецепторы. В ней же, на границе с подкожной клетчаткой, располагаются потовые железы. Пот по составу близок к моче.

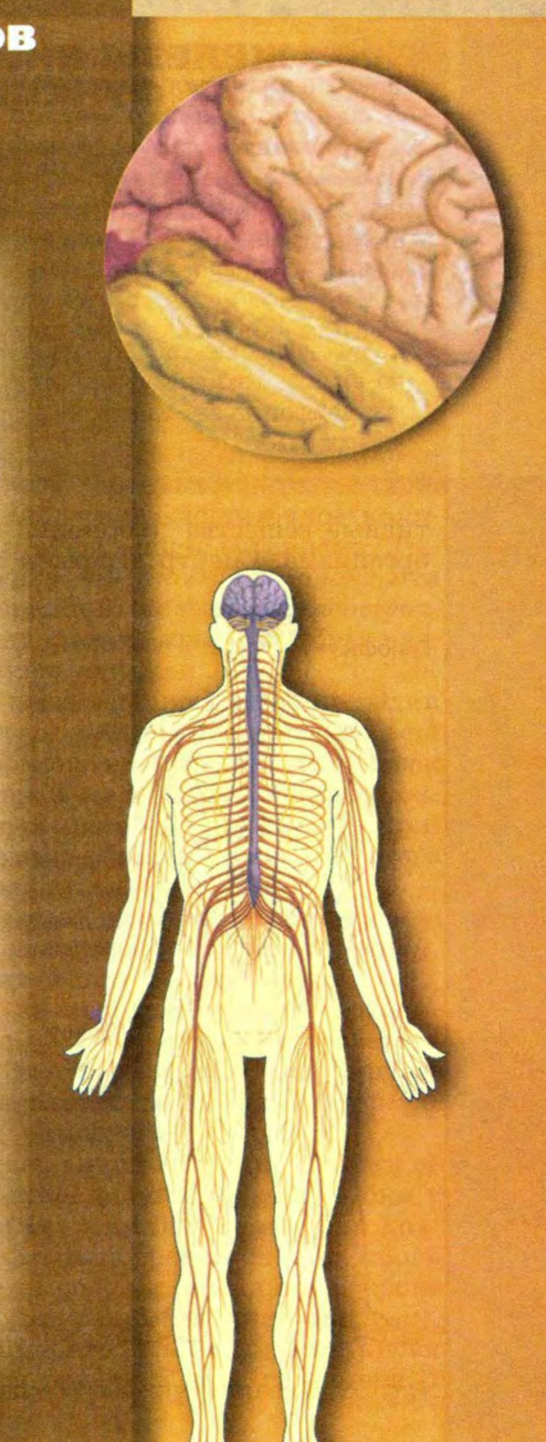
Основные функции кожи: защитная, чувствительная, выделительная, запасающая и терморегуляционная.

Физические и химические раздражители часто вызывают воспалительные процессы кожи — дерматиты. Неправильное питание, недостаток ряда витаминов, несоблюдение правил гигиены — всё это увеличивает вероятность заболеваний кожных покровов.

Для того чтобы иметь здоровые кожные покровы, необходимо содержать кожу в чистоте. Главный способ ухода за ней — регулярное мытьё. Кроме того, огромное значение имеет соблюдение гигиены одежды и обуви.

Закаливание — это научно обоснованное систематическое использование естественных факторов природы для повышения устойчивости организма к неблагоприятным факторам окружающей среды. Естественными природными факторами служат воздух, вода и солнце. Закаливание неотделимо от физической культуры, поэтому они всегда рассматриваются комплексно.

Нейрогуморальная регуляция процессов жизнедеятельности



Для осуществления постоянной и эффективной регуляции физиологических процессов в организме используются два механизма: нервный и гуморальный. Они тесно связаны между собой в единое целое — нейрогуморальную регуляторную систему.

ВЫ УЗНАЕТЕ

— о железах внутренней секреции, их строении и функциях;
— о гормонах;
— об особенностях строения нервной системы, её функциях и рефлекторном характере деятельности;
— как осуществляется взаимодействие нервной и гуморальной регуляции;
— о нарушениях деятельности нервной и эндокринной систем и их предупреждении.

ВЫ НАУЧИТЕСЬ

— распознавать на наглядных пособиях основные отделы и органы нервной системы;
— характеризовать расположение в организме человека основных эндокринных желёз;
— выявлять рефлексы продолговатого и среднего мозга.

§ 38. ЖЕЛЕЗЫ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ И ИХ ФУНКЦИИ

ВСПОМНИТЕ

1. Чем железы внутренней секреции отличаются от желёз внешней секреции?
2. Что такое гомеостаз?
3. Какие вещества, попадающие во внутреннюю среду организма, влияют на его работу и каким образом?

Железы, которые выделяют свои секреты только по протокам в полости тела или во внешнюю среду, называют **железами внешней секреции**. Это слюнные, потовые, сальные и некоторые другие железы.

Железами внутренней секреции или эндокринными называют те железы, которые не имеют выводящих протоков (рис. 59) и выделяют особые физиологически активные вещества (гормоны) непосредственно во внутреннюю среду организма. Спектр действия гормонов на системы организма очень широк. Гормоны необходимы для нормального развития организма, они регулируют скорость реакций обмена веществ, интенсивность процессов получения и расхода энергии.



Рис. 59. Железы внутренней секреции

Одни гормоны оказывают непосредственное регуляторное действие на какой-то орган-мишень, а другие могут обладать программирующим эффектом, то есть в определённый момент изменяют клетки каких-либо тканей на всё последующее время их жизни. Например, в период полового созревания целый ряд клеток меняет под действием гормонов свою форму и функции на всё дальнейшее время существования организма.

Гормоны выделяются в кровь в микроскопических количествах, однако и этого достаточно для того, чтобы держать под контролем всю работу организма человека, осуществляя *гуморальную регуляцию*.

В организме также есть железы, одни клетки которых вырабатывают гормоны, а другие выделяют секреты, которые по специальным протокам попадают в полые органы или в наружную среду. Такие железы называют смешанными. К ним относятся поджелудочная железа, половые и некоторые другие железы.

Железы внутренней секреции и их функции. 20 В полости черепа в особом углублении его костей, которое получило название «турецкое седло», располагается **гипофиз** (см. рис. 59). Гормоны гипофиза осуществляют регуляцию других желёз внутренней секреции, расположенных в различных отделах тела человека, а также воздействуют на многие реакции обмена веществ.

Наиболее важная роль в регуляции физиологических функций принадлежит *передней доле гипофиза*. В ней вырабатывается несколько видов гормонов. Один из этих гормонов называется гормоном роста (*соматотропин*), так как он усиливает синтез белков, рост и деление клеток. Особенно важно, чтобы достаточное количество этого гормона вырабатывалось в растущем организме. Передняя доля гипофиза выделяет группу *тропных гормонов*. Эти гормоны регулируют функции щитовидной железы (*тиреотропный гормон*), половых желёз (*гонадотропный гормон*), коры надпочечников (*адренокортикотропный гормон*, или АКТГ).

Из *задней доли* гипофиза в кровь поступают два гормона. Один из них (*вазопрессин*) усиливает обратное всасывание воды из первичной мочи в кровь. Если этого гормона не хватает, то человек теряет очень много воды с мочой. Второй гормон (*окситоцин*) усиливает сокращение гладкой мускулатуры. Особенно важно его присутствие в организме женщины во время родов, так как без этого гормона гладкие мышцы матки сокращаться не могут.

В центральной части гипофиза, которую называют *промежуточной долей*, вырабатывается гормон (*меланоцитостимулирующий*, или МСГ), избыток которого приводит к потемнению кожи.

Щитовидная железа расположена на передней стенке гортани. Она образована особыми пузырьками, в которых вырабатывается гормон *тироксин*, содержащий иод. Этот гормон повышает интенсивность обмена веществ, стимулируя клеточное дыхание и усиливая производство тепла организмом (термогенез).

Поджелудочная железа обладает смешанной секрецией: часть её клеток выделяет ряд пищеварительных ферментов через протоки в двенадцатиперстную кишку (внешняя секреция), а скопления других клеток выделяют гормон *инсулин* непосредственно в кровь (внутренняя секреция). Непрерывное выделение инсулина в кровь необходимо для того, чтобы глюкоза (основной источник энергии), полученная с пищей, могла свободно переходить из плазмы крови в ткани, а её избыток откладывался в печени в виде гликогена.

Надпочечники — небольшие парные железы, расположенные на верхних полюсах почек. Надпочечники иногда называют железами стресса. При напряжённой физической или умственной работе, психических переживаниях гормоны надпочечников (один из них — *адреналин)* повышают артериальное давление крови, учащают и усиливают сокращения сердца, усиливают дыхание, обеспечивают стабильное содержание глюкозы в плазме крови, поддерживают оптимальный уровень водно-солевого обмена. Таким образом, гормоны надпочечников, действуя вместе с симпатическим отделом вегетативной нервной системы, дают возможность организму выдержать высокие нагрузки в условиях стресса. При поражении надпочечников жизнь человека невозможна.

Половые железы. Половые железы женщины — яичники выделяют во внешнюю среду яйцеклетки, а во внутреннюю — гормоны *эстрогены* и *прогестины*. К первым относится гормон *эстрадиол*, который отвечает за созревание яйцеклеток в яичниках, а также участвует в формировании вторичных половых признаков по женскому типу (развитие молочных желёз, определённый тип телосложения и др.). *Прогестерон*, относящийся к прогестинам, тормозит созревание новых яйцеклеток на период беременности.

Половые железы мужчины — семенники — выделяют во внешнюю среду сперматозоиды, а во внутреннюю — гормоны *андрогены*, основным из которых является *тестостерон*. Этот гормон необходим для нормального формирования половой системы по мужскому типу и развития мужских вторичных половых признаков (особенности волосяного покрова и развитие мускулатуры по мужскому типу, низкий голос, специфика обмена веществ и поведения и т. п.), кроме того, он обеспечивает постоянство выработки сперматозоидов.

Моя лаборатория

Признаки гормонов. Вещество, относящееся к гормонам, в норме должно обладать следующими признаками:

1) выделяться из живых клеток, причём без нарушения их целостности;

2) не служить источником энергии;

3) действовать через кровь (внутреннюю среду) в очень малых количествах;

4) поступать непосредственно в кровь (внутреннюю среду) без выводных протоков;

5) действовать на органы-мишени через специфические рецепторы, которыми служат особые вещества, расположенные либо на наружных мембранах клеток органов-мишеней, либо в их ядрах.

Гипоталамус. В головном мозге имеется отдел, называемый гипоталамусом. Кроме нейронов обычного типа, в нём есть нейросекреторные клетки, которые вырабатывают особые белковые вещества, стимулирующие или тормозящие выработку гормонов гипофиза. Другими словами, эти нервные клетки преобразуют нервный импульс в нейрогормональный. Гипофиз расположен прямо под гипоталамусом и соединён с ним воронкой и ножкой, по которым и поступает нейросекрет. Гипофиз реагирует на химические вещества, поступившие из гипоталамуса, и выделяет свои гормоны. При этом гипоталамус и гипофиз работают как единый механизм.

Ведущей гормональной системой организма является система гипоталамус — гипофиз — надпочечники. Железы внутренней секреции, входящие в эту систему, являются важнейшими регуляторами физиологических процессов, лежащих в основе целостных реакций организма. Гипоталамус в этой системе выполняет роль высшего подкоркового эндокринного регулятора: он выделяет факторы стимуляции гипофиза (нейросекреция).



1. Чем характеризуются железы внутренней секреции? В чём их отличие от желёз внешней и смешанной секреции?
2. Что такое гормоны и каково их значение в гуморальной регуляции процессов жизнедеятельности?
3. Можно ли утверждать, что гормоны вырабатываются исключительно железами внутренней секреции?
4. Какие железы, осуществляющие внутреннюю секрецию, вам известны? Какие гормоны они вырабатывают?

Железы внутренней секреции. Гормоны. Гипофиз. Щитовидная железа. Поджелудочная железа. Надпочечники.

ПОДУМАЙТЕ! Можно ли однозначно определить, какая регуляция (гуморальная или нервная) важнее для организма?

§ 39. РАБОТА ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМЫ И ЕЁ НАРУШЕНИЯ

ВСПОМНИТЕ

1. Какую роль играют железы внутренней секреции в гуморальной регуляции процессов жизнедеятельности?
2. Чем отличается нервная регуляция от эндокринной?

Напомним, что эндокринная система, работая совместно с нервной системой, обеспечивает приспособление организма к условиям окружающей среды. Нервная система организована таким образом, что генетически предопределено, каким именно органом или какой его частью управляет каждая нервная клетка. А вот гормоны, передвигаясь по всему организму с током крови, действуют на органы и ткани, которые оказываются чувствительными к ним.

Нервная система осуществляет своё воздействие практически мгновенно, так как нервные сигналы распространяются по отросткам нервных клеток с очень большой скоростью. Эндокринная же система развивает своё воздействие на организм медленнее. Синтез молекул гормонов, выброс этих молекул из клеток желёз, а также доставка с током крови к органам-мишеням — все эти процессы требуют временны́х затрат. Зато продолжительность этого воздействия, в отличие от действия нервных сигналов, может быть значительной.

Нарушения работы эндокринной системы. При недостатке гормона роста у детей развивается гипофизарная **карликовость**, а при переизбытке — гипофизарный **гигантизм**. Если же избыток соматотропного гормона наблюдается у взрослого человека, когда нормальный рост уже прекратился, то возникает заболевание *акромегалия*, при котором разрастаются нос, губы, пальцы рук и ног.

Заболевания, связанные с нарушениями деятельности щитовидной железы, могут возникать не только при изменениях в самой железе, но и при нехватке иода в организме, заболеваниях передней доли гипофиза и др. Если гормона щитовидной железы не хватает в детстве, а это часто происходит при нехватке иода в питьевой воде, то у ребёнка может развиться заболевание **кретинизм**. Больные отличаются маленьким ростом, слабоумием, заторможенностью. У взрослого человека при нехватке гормонов щитовидной железы возникает *микседема*, при которой наблюдаются отёки, ослабление работы мозга, понижение иммунитета, слабость. Данное заболевание хорошо поддаётся лечению гормонами щитовидной железы, вводимыми в организм. Для того чтобы уменьшить вероятность развития кретинизма или микседемы, следует увеличить количество солей иода в пище. Сейчас очень часто продаётся поваренная соль (хлорид натрия) с добавкой иодистого натрия.

При повышенной деятельности щитовидной железы возникает *базедова болезнь*, при которой резко возрастает возбудимость, ускоряется обмен веществ, увеличивается частота сердечных сокращений, характерны пучеглазие и потеря веса. При базедовой болезни организм больного работает с большой интенсивностью и происходит износ многих его систем и органов.

При нехватке инсулина, вырабатываемого поджелудочной железой, развивается **сахарный диабет**. Это болезнь, при которой глюкоза не проникает в ткани, а её уровень в плазме крови сильно возрастает, что влечёт за собой выведение глюкозы из организма в больших объёмах мочи. Но если в крови наблюдается избыток глюкозы, то мозгу катастрофически не хватает питания, ведь глюкоза практически единственный источник энергии для нашего мозга. Если больному диабетом не вводить инсулин извне, то лишение мозга глюкозы приводит к потере сознания, судорогам и быстрой смерти. Что же произойдёт, если поджелудочная железа будет вырабатывать слишком много инсулина? Глюкоза будет очень быстро расходоваться различными тканями, прежде всего мышцами, и содержание сахара в крови упадёт до опасно низкого уровня. В результате мозгу опять не хватит «горючего» и человек впадёт в так называемый инсулиновый шок и потеряет сознание. В этом случае необходимо очень быстро ввести в кровь глюкозу.

Аддисонова болезнь возникает в результате нарушения работы надпочечников. При этом у человека наблюдаются нарушение углеводного обмена, понижение кровяного давления, снижение веса, тошнота, а также усиливается пигментация кожи, которая приобретает характерный бронзовый цвет. Отсюда второе название этого недуга — бронзовая болезнь.

1. Каковы особенности работы эндокринной системы в регуляции процессов жизнедеятельности в отличие от работы нервной системы?
2. Какие нарушения работы эндокринной системы вызывают карликовость и гигантизм?
3. Что вызывает сахарный диабет? Каковы основные пути его лечения?

@ Сравните основные симптомы сахарного диабета и инсулинового шока.

Карликовость. Гигантизм. Кретинизм. Сахарный диабет.

ПОДУМАЙТЕ! Почему только по одному признаку (симптому) нельзя установить причину нарушения регуляции работы организма человека?

§ 40. СТРОЕНИЕ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ И ЕЁ ЗНАЧЕНИЕ

ВСПОМНИТЕ

1. Что такое нейрон? Каково его строение и функции?
2. Что такое рефлекс и рефлекторная дуга?

По анатомическому принципу нервную систему человека делят на центральную и периферическую. 16 Основа **центральной нервной системы (ЦНС)** — спинной мозг и головной мозг. Эти органы у человека развиваются, как и у всех позвоночных животных, из нервной трубки. **Периферическая нервная система** — это нервы, нервные узлы, нервные сплетения и нервные окончания. В её состав входят 12 пар черепно-мозговых нервов, 31 пара спинномозговых нервов, нервные узлы (ганглии) и нервные сплетения.

Нервами (от лат. *нервус* — струна) называют покрытые оболочкой структуры, состоящие из пучков нервных волокон, образованных в основном аксонами нейронов и клетками нейроглии. Различают нервы: *чувствительные*, обеспечивающие проведение импульсов от рецепторов в ЦНС; *двигательные*, обеспечивающие проведение импульсов из ЦНС в исполнительные органы; *смешанные*, способные проводить импульсы в обоих направлениях.

Нервные сплетения — это совокупность нервных волокон различных нервов, иннервирующих кожный покров, скелетные мышцы и внутренние органы. Одно из наиболее известных нервных сплетений — солнечное сплетение, расположенное в брюшной полости.

По анатомо-функциональному принципу нервную систему условно подразделяют на соматическую и вегетативную. Каждая из них имеет центральную (находящуюся в ЦНС) и периферическую (находящуюся за пределами ЦНС) части.

Соматическая нервная система регулирует работу скелетных мышц, осуществляя связь организма с внешней средой. С её помощью мы можем произвольно, по собственному желанию, управлять деятельностью скелетной мускулатуры.

Вегетативная (автономная) нервная система регулирует работу внутренних органов. Она управляет активностью гладкой и сердечной мускулатуры, а также желёз, координируя их деятельность. Эта система также управляет реакциями обмена веществ, поддерживая постоянство внутренней среды в организме человека. Сам человек не может командовать работой этой системы, то есть она, в отличие от соматической нервной системы, работает непроизвольно.

Роль нервной системы в регуляции процессов жизнедеятельности. Нервная система обеспечивает быструю реакцию человеческого организма на любые воздействия, как внешние, так и внутренние. Работа нервной системы всегда строится на рефлекторном принципе, то есть она непрерывно отвечает на различные раздражители. Под рефлексом понимают наиболее правильный, часто встречающийся ответ организма на какой-либо раздражитель, причём этот ответ обязательно происходит с участием нервной системы.

Все рефлексы осуществляются под контролем особых участков нервной системы — *нервных центров*. Правильная работа нервных центров необходима для того, чтобы все системы организма работали слаженно.

Допустим, что на человека из-за угла выскочила собака. Органы чувств предупредят его об опасности. Его скелетные мышцы мгновенно сократятся для того, чтобы подготовиться к бегству или обороне, то есть человек вздрогнет. Дыхание участится для того, чтобы обеспечить кислородом все органы (особенно мозг и скелетные мышцы), которые будут принимать участие в конфликте. Сердце забьётся чаще, чтобы кровь быстрее доставляла к органам глюкозу и кислород из лёгких. А вот работа пищеварительной системы в этот момент затормозится, так как её непосредственное участие в этот момент не требуется. Все эти и многие другие изменения в работе организма человека произойдут под воздействием нервной системы практически мгновенно, и так же быстро все системы вернутся к прежнему, спокойному режиму работы, когда окажется, что напугавшая человека собака — это всего-навсего соседская болонка.



1. По каким принципам классифицируют отделы нервной системы?
2. Какими отделами образована центральная и периферическая нервная система?
3. Каковы основные функции соматической и вегетативной нервных систем?
4. Чем отличается работа соматической нервной системы от работы вегетативной нервной системы?
5. Какова роль нервных центров в осуществлении рефлексов?

Нервная система: центральная и периферическая, соматическая и вегетативная (автономная).

ПОДУМАЙТЕ! Почему огромное значение для человека имеет невозможность произвольного управления работой вегетативной нервной системы?

§ 41. Спинной мозг

ВСПОМНИТЕ

1. Какие отделы включает нервная система человека?
2. Что представляет собой белое и серое вещество нервной ткани?

Спинной мозг расположен в позвоночном канале и представляет собой тяж длиной 43—45 см и массой около 30 г. 17 Наверху спинной мозг переходит в нижний отдел головного мозга — продолговатый мозг, а внизу заканчивается на уровне поясничных позвонков. Спинной мозг омывается спинномозговой жидкостью, которая защищает его от толчков.

Двумя продольными бороздами — передней и задней — спинной мозг делится на две симметричные половины. На поперечном срезе хорошо видно, что в центре спинного мозга вокруг спинномозгового канала расположены тела нейронов, образующие *серое вещество* спинного мозга (рис. 60). Вокруг серого вещества расположены отростки нервных клеток самого спинного мозга, а также приходящие в спинной мозг аксоны нейронов головного мозга и периферических нервных узлов, которые и образуют *белое вещество* спинного мозга.

На поперечном срезе серое вещество похоже на бабочку, и в нём различают передние, задние и боковые рога. В передних рогах расположены двигательные нейроны (*мотонейроны*), по аксонам которых возбуждение достигает скелетных мышц конечностей и туловища, заставляя их сокращаться. В задних рогах расположены главным образом тела вставочных нейронов. Они связывают отростки чувствительных нейронов с телами двигательных нейронов, а также передают информацию в другие отделы центральной нервной системы.

Рис. 60. Спинной мозг

Спинной мозг подразделяется на участки — сегменты. От каждого сегмента двумя корешками (передним и задним) отходят **спинномозговые нервы.**

Каждый сегмент спинного мозга управляет определённым участком тела чело-

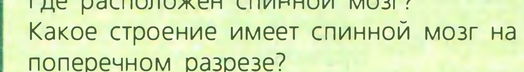
века. Так, от шейных и верхних грудных сегментов отходят нервы к мышцам шеи, верхних конечностей и органам, расположенным в грудной полости. Нижние грудные и верхние поясничные сегменты управляют мышцами туловища и органами брюшной полости. Нижние поясничные и крестцовые сегменты управляют работой мышц нижних конечностей и органами, расположенными в тазовой области.

Функции спинного мозга. Спинной мозг выполняет две функции: проводящую и рефлекторную. Проводящая функция заключается в том, что по волокнам белого вещества информация от кожных рецепторов (прикосновения, боли, температурных), рецепторов мышц конечностей и туловища, рецепторов сосудов, органов мочеполовой системы поступает в головной мозг. И наоборот, от двигательных центров головного мозга импульсы поступают к мотонейронам передних рогов, а при их возбуждении — к мышцам конечностей, туловища и т. д.

Рефлекторная функция спинного мозга заключается в том, что его двигательные нейроны (мотонейроны) управляют движениями мышц конечностей, туловища и отчасти шеи.

Следует отметить, что информация, поступающая от периферийных систем к головному мозгу через спинной мозг, подвергается в последнем частичному анализу и переработке. Например, спинной мозг способен влиять на силу болевых ощущений.

Все рефлексы спинного мозга находятся под мощным контролем головного мозга. Так, при травмах, приводящих к разрыву спинного мозга, ниже места разрыва восстанавливаются лишь простейшие рефлексы, например коленный, да и то с нарушениями.



1. Где расположен спинной мозг?
2. Какое строение имеет спинной мозг на поперечном разрезе?
3. Чем различаются передние и задние корешки спинномозговых нервов?
4. Каковы основные функции спинного мозга?

@ Приведите примеры рефлекторных актов человека, осуществляющихся при участии спинного мозга.

Спинной мозг. Спинномозговые нервы.

ПОДУМАЙТЕ! Почему человек с повреждённым спинным мозгом не может осуществлять сложные произвольные движения?

§ 42. ГОЛОВНОЙ МОЗГ

ВСПОМНИТЕ

1. Какие функции в скелете человека выполняет череп?
2. Какие отделы головного мозга выделяют в строении нервной системы млекопитающих животных?

Головной мозг расположен в полости черепа. В его строении различают пять основных отделов: продолговатый мозг, средний мозг, мозжечок, промежуточный мозг и большие полушария мозга (рис. 61). Иногда в среднем мозге выделяют ещё один отдел — *мост*. Продолговатый мозг, средний мозг (с мостом) и мозжечок составляют *задний мозг*, а промежуточный мозг и большие полушария — *передний мозг*.

До уровня среднего мозга головной мозг является единым *стволом*, но, начиная со среднего мозга, происходит его разделение на две симметричные половины. На уровне переднего мозга головной мозг состоит из двух отдельных полушарий, соединяющихся между собой специальными мозговыми структурами.

Отделы головного мозга и их функции. Продолговатый мозг является основной частью ствола мозга. Он выполняет проводящую и рефлекторную функции. Через него проходят все пути, соединяющие нейроны спинного мозга с высшими отделами головного мозга. По своему происхождению продолговатый мозг является древнейшим утолщением переднего конца нервной трубки, и в нём лежат центры многих важнейших для жизни человека рефлексов. Так, в продолговатом мозге находится дыхательный центр, нейроны которого реагируют на повышение уровня углекислого газа в крови между вдохами. Искусственное раздражение нейронов передней части этого центра приводит к сужению артериальных сосудов, подъёму давления, учащению сердцебиений. Раздражение нейронов задней части этого центра приводит к обратным эффектам.



Рис. 61. Строение головного мозга

В продолговатом мозге находятся тела нейронов, отростки которых образуют *блуждающий нерв*. В продолговатом мозге находятся также центры целого ряда

защитных рефлексов (чихания, кашля, рвоты), а также рефлексов, связанных с пищеварением (глотания, слюноотделения и др.).

Средний мозг, как и продолговатый, является частью ствола мозга. На поверхности его, обращённой к мозжечку, имеется четыре небольших бугорка — *четверохолмие*. Верхние бугры четверохолмия — центры первичной обработки зрительной информации, их нейроны реагируют на объекты, быстро передвигающиеся в поле зрения. Нижние бугры четверохолмия — центры первичной обработки слуховых стимулов. Нейроны этих центров реагируют на сильные, резкие звуки, приводя слуховую систему в состояние повышенной готовности. В среднем мозге расположены также важнейшие двигательные центры, участвующие вместе с мозжечком в поддержании тонуса мышц и координации позы тела.

Мозжечок расположен на задней стороне ствола, позади продолговатого и среднего отделов мозга. До какой-то степени строение мозжечка повторяет строение всего мозга, откуда и появилось его название. Основные функции мозжечка следующие: 1) регуляция позы тела и поддержание мышечного тонуса; 2) координация медленных произвольных движений с позой всего тела; 3) обеспечение точности быстрых произвольных движений.

При поражении мозжечка его обладатель не может стоять с закрытыми глазами, конечности дрожат, точность движений нарушена, речь делается невнятной. Происходят и другие нарушения в двигательной системе.

Промежуточный мозг состоит из верхней части — таламуса и нижней части — гипоталамуса, с которым особой ножкой соединён гипофиз.

Таламус является центром обработки всех видов информации, кроме обонятельной, поступающей через органы чувств. В скоплениях нейронов таламуса информация частично обрабатывается и поступает в кору больших полушарий. В таламусе расположены также высшие центры болевой чувствительности, именно здесь формируется болевое ощущение. Например, человек прищемил палец и чувствует в нём боль. На самом деле боль возникла в представительстве пальца в ядрах таламуса, то есть там, куда пришли сигналы от болевых рецепторов прищемлённого пальца. В таламусе обнаружены также группы нейронов, играющих роль внутренних часов организма. Ритмично разряжаясь импульсами, они позволяют человеку оценивать течение времени.

Гипоталамус — главный нейроэндокринный орган. Его нейроны выделяют в кровь целый ряд регуляторов, управляющих деятельностью гипофиза. В этих же ядрах синтезируются физиологически активные вещества, влияющие на восприятие информации, эмоции, работу внутренних органов и т. п.

В гипоталамусе расположены центры голода и жажды, раздражение нейронов которых приводит к неукротимому поглощению пищи или воды. Поражения гипоталамуса сопровождаются тяжелейшими эндокринными и вегетативными расстройствами: снижением или повышением давления, урежением или учащением сердечного ритма, затруднениями дыхания, нарушениями перистальтики кишечника, расстройствами терморегуляции, изменениями в составе крови.

Большие полушария головного мозга человека разделены глубокой продольной щелью на левую и правую половины. Специальная перемычка, образованная нервными волокнами, — *мозолистое тело* — соединяет эти две половины, обеспечивая координированную работу больших полушарий.

Самым молодым в эволюционном плане образованием мозга человека является **кора больших полушарий**. Это тонкий слой серого вещества (тел нейронов), толщиной всего несколько миллиметров, покрывающий весь передний мозг. Кора образована несколькими слоями нейронов, и в её состав входит бо́льшая часть всех нейронов центральной нервной системы человека.

Глубокими *бороздами* кора каждого полушария делится на доли: лобную, теменную, затылочную и височную (рис. 62). Различные функции коры связаны с различными долями. Между бороздами расположены складки коры полушарий — *извилины*. Такое строение позволяет значительно увеличить поверхность коры полушарий. В извилинах находятся высшие нервные центры. Так, в области передней центральной извилины лобной доли расположены высшие центры произвольных движений, а в области задней центральной извилины — центры кожно-мышечной чувствительности. К настоящему времени кора подробно картирована и точно известны представительства каждой мышцы, каждого участка кожи в коре больших полушарий, а также те участки коры, в которых формируются те или иные ощущения.

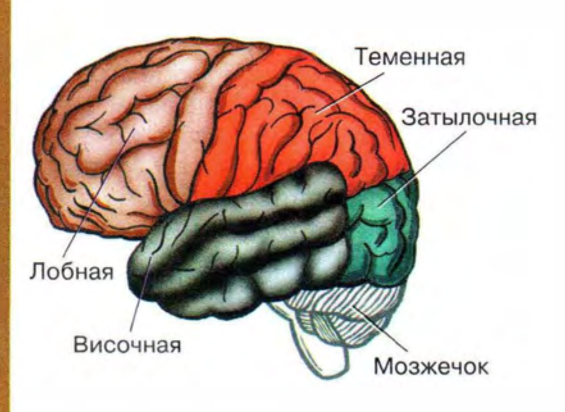


Рис. 62. Доли головного мозга

В *затылочной доле* расположены высшие центры зрительных ощущений. Именно здесь формируется зрительное изображение. Информация к нейронам затылочной доли приходит из зрительных ядер таламуса.

В *височных долях* расположены высшие слуховые

центры, содержащие различные виды нейронов: одни из них реагируют на начало звука, другие — на определённую частотную полосу, третьи — на определённый ритм. Информация в эту область приходит из слуховых ядер таламуса. Центры вкуса и обоняния расположены в глубине височных долей.

В *лобные доли* приходит информация обо всех ощущениях. Здесь происходит её суммарный анализ и создаётся целостное представление об образе. Поэтому эту зону коры называют ассоциативной, именно с ней связана способность к обучению. Если лобная кора разрушена, то не возникает ассоциаций между видом предмета и его названием, между изображением буквы и звуком, который она обозначает. Обучение становится невозможным.

В глубине больших полушарий расположены скопления нейронов, образующих ядра *лимбической системы*, которая является главным эмоциональным центром мозга. Ядра лимбической системы играют важную роль при запоминании новых понятий, обучении. У самого основания мозга расположены лимбические ядра, в которых найдены центры страха, ярости, удовольствия. Разрушение ядер лимбической системы приводит к снижению эмоциональности, отсутствию тревоги и страха, слабоумию.

Вся деятельность человека находится под контролем коры больших полушарий. Этот отдел мозга обеспечивает взаимодействие организма с окружающей средой и является материальной базой для психической деятельности человека.



1. Какими отделами образована стволовая часть головного мозга?
2. Центры каких рефлексов расположены в продолговатом мозге?
3. Каково значение мозжечка в организме человека? Какие отделы головного мозга помогают ему выполнять свои функции?
4. В каком отделе головного мозга расположены высшие центры болевой чувствительности?
5. Какие расстройства организма возникают у человека при нарушении работы гипоталамуса?
6. Каково значение борозд и извилин в строении больших полушарий головного мозга?

!

Ствол мозга. Головной мозг. Продолговатый мозг. Средний мозг. Мозжечок. Промежуточный мозг. Большие полушария. Кора больших полушарий.

ПОДУМАЙТЕ! Как можно проверить отклонения в работе мозжечка?

§ 43. ВЕГЕТАТИВНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА

ВСПОМНИТЕ

1. Что входит в состав соматической нервной системы?
2. Какое строение имеет спинной мозг?

Вегетативная (автономная) нервная система управляет работой внутренних органов и систем, обеспечивая их деятельность при изменениях во внешней среде или при смене рода деятельности организма. Понятно, что у спящего человека и дыхание должно быть реже, и сердце должно биться с более низкой частотой, чем во время сдачи экзамена или игры в футбол. Вегетативная нервная система в обычных жизненных условиях не контролируется нашим сознанием, в отличие от соматической нервной системы. Иначе люди могли бы произвольно, по своему желанию начать понижать или повышать давление крови или изменять температуру тела, а это опасно для самой жизни.

Строение вегетативной нервной системы. Вегетативная нервная система подразделяется на два отдела: *симпатический* и *парасимпатический*. 18

Симпатические влияния на все системы организма усиливаются в тех случаях, когда человек должен работать с большим напряжением: физическим, умственным, эмоциональным. Первые симпатические нейроны расположены в сером веществе боковых рогов спинного мозга (в грудном отделе и верхней части поясничного отдела) (рис. 63). Аксоны этих нейронов выходят из спинного мозга и передают возбуждение на вторые симпатические нейроны, лежащие в симпатических нервных узлах. Эти узлы располагаются двумя цепочками справа и слева от позвоночника и соединены между собой нервными волокнами. Симпатические цепочки начинаются у основания черепа и продолжаются до крестца. От нейронов, расположенных в узлах симпатических цепочек (вторых симпатических нейронов), аксоны направляются к органам головы, брюшной и тазовой полостей, сосудам, железам. Вся деятельность симпатического отдела контролируется скоплениями нейронов, расположенных в заднем гипоталамусе.

Парасимпатические влияния усиливаются в то время, когда человек находится в покое, отдыхает, спит. Высшие центры парасимпатической нервной системы расположены в ядрах переднего гипоталамуса, среднем мозге, продолговатом мозге и крестцовом отделе спинного мозга (см. рис. 63). От нейронов этих ядер (первых парасимпатических нейронов) аксоны направляются к парасимпатическим нервным узлам (ганглиям), расположенным либо вблизи орга-

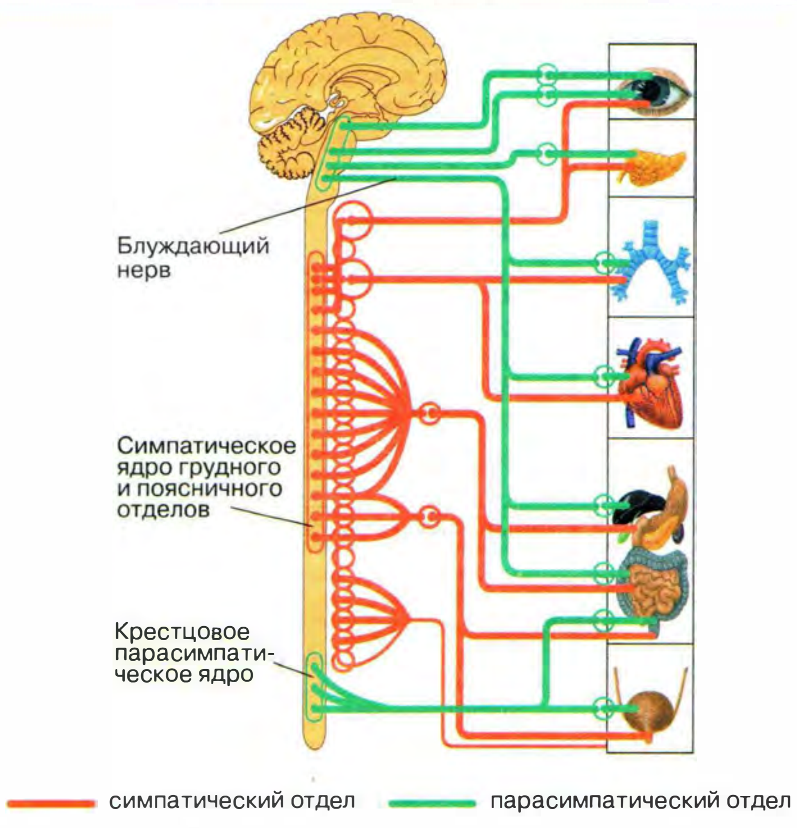


Рис. 63. Симпатический и парасимпатический отделы нервной системы

нов, либо непосредственно в самих органах, образуя так называемые *интрамуральные ганглии*. Нейроны этих ганглиев (вторые парасимпатические нейроны) имеют очень короткие аксоны.

Взаимодействие отделов вегетативной нервной системы. Симпатические нервные волокна подходят к гладким мышцам всех органов, сосудов, зрачков, лёгких, желудочно-кишечных органов, половой системы, к сердцу, многим железам (пищеварительным, потовым), почкам. Парасимпатические нервные волокна управляют деятельностью гладкой мускулатуры и желёз желудочно-кишечного тракта, органов выделения, половой системы, сердца, лёгких, слёзных и слюнных желёз. Таким образом, очень многие органы и системы регулируются обоими отделами вегетативной нервной системы: симпатическим и парасимпатическим. Часто воздействия этих отделов носят противоположный характер: например, симпатические влияния тормозят работу пищеварительной системы, а парасимпатические, наоборот, усиливают (табл. 6).

Таблица 6

Влияние симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы на деятельность некоторых органов

Орган	Возбуждения, проводимые по нервам	
	симпатическим	парасимпатическим
Сердце	Учащение и усиление сокращений	Замедление и ослабление сокращений
Кровеносные сосуды	Сужение, повышение давления	Расширение в некоторых органах
Зрачок	Расширение	Сужение
Слёзные железы	Уменьшение секреции	Усиление секреции
Слюнные железы	Скудное слюноотделение	Обильное слюноотделение
Желудок	Ослабление сокоотделения	Усиление сокоотделения
Кишечник	Ослабление волнообразных движений	Усиление волнообразных движений
Потовые железы	Усиление потоотделения	Уменьшение потоотделения
Мочевой пузырь	Накопление мочи	Выведение мочи

Благодаря тому что высшие центры вегетативной регуляции в гипоталамусе работают как единое целое, обеспечивается быстрая и надёжная регуляция всех систем организма. Например, для того чтобы понизить артериальное давление крови, необходимо снизить частоту и силу сердечных сокращений. Этот эффект достигается одновременным снижением симпатических и усилением парасимпатических влияний на сердце. При нарушении работы центров вегетативной нервной системы наблюдаются нарушения в работе самых различных органов и систем человеческого организма.



Моя лаборатория

Штриховое раздражение кожи

Этот тест определяет изменение тонуса симпатической и парасимпатической систем автономной нервной системы при раздражении.

1. Возьмите карандаш. Проведите тупой его частью по коже тыльной стороны кисти. Что вы заметили? Продолжайте наблюдать.

2. Что произошло с цветом кожи? Можно ли эти изменения объяснить, используя знания о вегетативной нервной системе?

3. Предложите свою версию, объясняющую изменения цвета кожи.



1. Каково значение вегетативной нервной системы в организме человека?
2. Каково анатомическое строение вегетативной нервной системы человека?
3. Какое влияние на работу органов оказывают симпатический и парасимпатический отделы вегетативной нервной системы?
4. Чем вегетативная нервная система отличается от соматической нервной системы?

@ Объясните, в чём проявляется совместная деятельность соматической и вегетативной нервной системы.

Симпатический и парасимпатический отделы вегетативной нервной системы.

ПОДУМАЙТЕ! Почему в некоторых учебниках вегетативную нервную систему называют автономной и насколько верным и точным является такое её название?

§ 44. НАРУШЕНИЯ В РАБОТЕ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ И ИХ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

ВСПОМНИТЕ

1. Каковы основные причины нарушений работы систем органов?
2. Как влияет на работу внутренних органов употребление спиртных напитков и табакокурение?

Нарушения в работе нервной системы могут быть либо наследственными, либо вызванными повреждающим воздействием внешней среды. Нарушения процессов обмена веществ в нервной ткани могут привести к накоплению ядовитых веществ, ухудшению питания мозга, гибели нейронов и глиальных клеток.

Врождённые заболевания нервной системы. Нарушения развития могут возникать ещё до рождения ребёнка. В таких случаях появляются тяжёлые патологии: *микроцефалия* (недоразвитие мозга, когда его масса не достигает 1 кг); *гидроцефалия* (увеличение объёма мозга из-за нарушения оттока из него спинномозговой жидкости). В настоящее время разработан целый ряд методов диагностики заболеваний плода, что делает возможным предупреждение многих наследственных заболеваний.

Приобретённые заболевания нервной системы и их причины. Гораздо чаще заболевания нервной системы являются следствием неблагоприятных внешних воздействий. Некоторые бактерии и вирусы могут проникать в центральную нервную систему, вызывая тяжёлые инфекционные заболевания: **менингит, полиомиелит, бешенство, столбняк.** Часто нервная ткань подвергается неблагоприятному воздействию ядовитых веществ, например солей металлов (свинца, кадмия, ртути и др.). Некоторые из этих веществ в больших количествах содержатся в выхлопных газах автомобилей и попадают в организм человека с вдыхаемым воздухом. Попадая в почву, соли этих металлов и другие вещества поглощаются клетками грибницы и оказываются в плодовых телах грибов. Вот почему нельзя собирать грибы вблизи от автомобильных трасс.

Алкогольные напитки издавна используются людьми, несмотря на их негативное влияние на работу нервной системы. Недаром арабские химики, выделившие спирт ещё в VI в., назвали его «*al-kuhl*», то есть одурманивающий. Длительное употребление спиртных напитков приводит к замедлению реакций, притуплению ощущений, нарушениям координации движений. Повышенные дозы алкоголя вызывают гибель нейронов и быстрое уменьшение объёма мозга.

Ещё опаснее вдыхание паров различных ядовитых веществ, употребляемых токсикоманами. Эти вещества приводят к растворению жировой основы мембран нейронов и глиальных клеток, в результате чего начинается их быстрая гибель. А ведь нервные клетки не могут делиться и мозг не способен к регенерации (самовосстановлению). Токсикология, как и наркомания, является опасным заболеванием, трудно поддающимся лечению.

Почему-то считается, что никотин, попадающий в мозг при курении, успокаивает человека. Это далеко не так, а вот к сужению кровеносных сосудов, а значит, к ухудшению снабжения мозга кровью курение приводит совершенно точно.

Неблагоприятно воздействуют на работу центральной нервной системы различные виды электромагнитного излучения. Даже мобильные телефоны, возможно, повреждающе действуют на мозг, хотя высокочастотное излучение бытовых телефонов очень слабое.

Сотрясение мозга. К сотрясению мозга могут привести даже не очень сильные удары. Сотрясения мозга сопровождаются потерей сознания, рвотой, иногда кровотечением из носа. При наличии любого из этих симптомов пострадавшего нужно уложить, обеспечив к нему доступ свежего воздуха. При потере сознания нужно поднести к носу ватку, смоченную нашатырным спиртом, обрызгать лицо холодной водой. Необходимо следить за тем, чтобы пострадавший не захлебнулся рвотными массами, и конечно, немедленно обратиться к врачу.



1. Что является основными причинами нарушения работы нервной системы?
2. Какие врождённые и приобретённые заболевания нервной системы вам известны?
3. Чем опасны для нервной системы алкоголь и никотин?
4. Каковы основные симптомы сотрясения мозга?

@ **1.** Охарактеризуйте последствия вдыхания ядовитых веществ при токсикомании.
2. Опишите последовательность действий при оказании первой помощи человеку при травмах, сопровождающихся сотрясением мозга.

!

Менингит. Полиомиелит. Бешенство. Столбняк. Сотрясение мозга.

ПОДУМАЙТЕ! Чем могут быть опасны для центральной нервной системы нарушения кровоснабжения, вызванные травмами или кровоизлияниями?

ВЫВОДЫ К ГЛАВЕ 10

В основе согласованной работы организма лежат два механизма: нервный и гуморальный, которые тесно связаны между собой в единое целое — нейрогуморальную регуляторную систему. Именно она обеспечивает приспособление организма к условиям окружающей среды.

В гуморальной регуляции процессов жизнедеятельности принимает участие эндокринная система, основу которой составляют железы, осуществляющие внутреннюю секрецию особых веществ — гормонов.

Нервная регуляция осуществляется благодаря нервной системе, в которой различают центральную и периферическую части. Основа центральной нервной системы (ЦНС) — спинной мозг и головной мозг. По анатомо-функциональному принципу нервная система подразделяется на соматическую, регулирующую произвольные движения человека, и вегетативную, регулирующую работу внутренних органов. Нервная система обеспечивает быструю реакцию человеческого организма на любые воздействия, как внешние, так и внутренние. Работа нервной системы всегда строится на рефлекторном принципе.

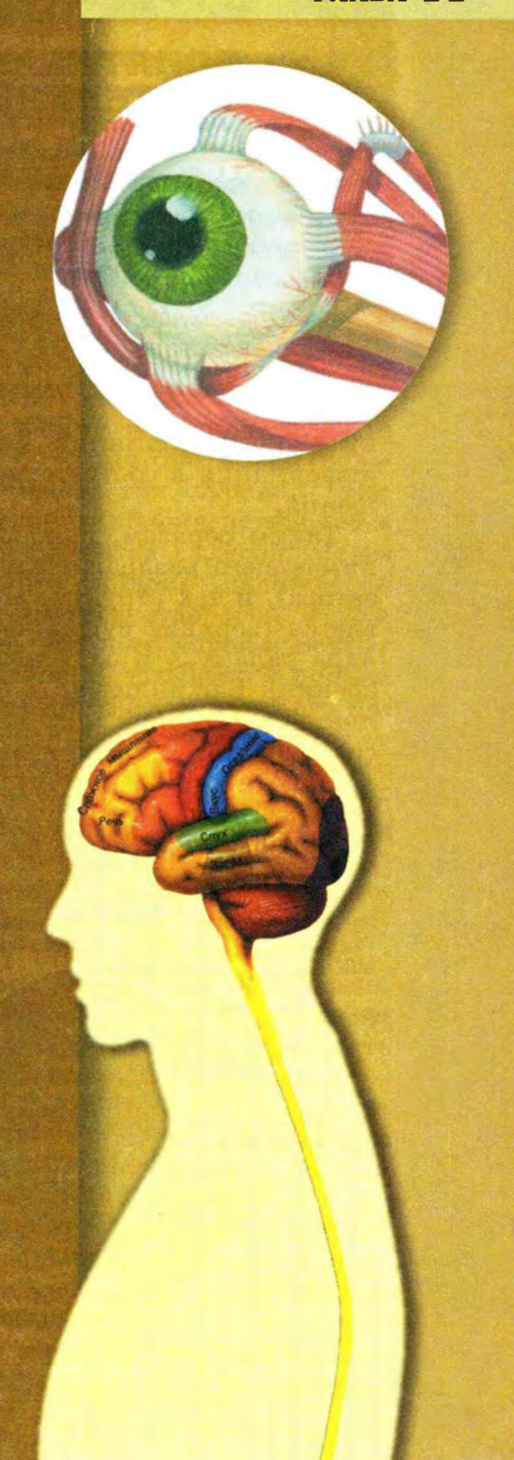
Нервная система осуществляет своё воздействие практически мгновенно, так как нервные сигналы распространяются по отросткам нервных клеток с очень большой скоростью. Эндокринная же система развивает своё воздействие на организм значительно медленнее, но зато более продолжительно.

Нарушения в работе нервной системы могут быть либо генетическими, либо вызванными повреждающим воздействием внешней среды. Важно помнить, что человеку, ведущему здоровый образ жизни, подвластно предотвратить разрушающее воздействие на организм алкоголя, никотина и многих других отравляющих веществ, особенно наркотической природы.

Органы чувств. Анализаторы

ГЛАВА 11

Благодаря нервной системе человек непрерывно реагирует на изменения в окружающей обстановке. При этом всю информацию об окружающем мире человек получает через органы чувств.



ВЫ УЗНАЕТЕ

– об анализаторах и органах чувств как элементах их строения;
– о строении и функциях зрительного, слухового, вестибулярного и вкусового анализаторов;
– о мышечном чувстве и осязании;
– что такое боль и каково её значение для организма человека;
– о нарушениях работы анализаторов и их профилактике;
– о зрительных иллюзиях.

ВЫ НАУЧИТЕСЬ

– обнаруживать слепое пятно;
– определять остроту слуха.

§ 45. ПОНЯТИЕ ОБ АНАЛИЗАТОРАХ. ЗРИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗАТОР

ВСПОМНИТЕ

1. С помощью каких органов чувств человек познаёт окружающий мир?
2. Какие преимущества человеку даёт бинокулярное зрение?

Каждый вид информации, доступный человеку, поступает в его центральную нервную систему через соответствующий **анализатор**. Что же такое анализатор? Это система, обеспечивающая восприятие какого-либо вида информации (зрительной, слуховой, обонятельной, вкусовой и др.); доставку этой информации по нервным путям в мозг; анализ этой информации в соответствующих структурах мозга и создание ощущения.

Таким образом, каждый анализатор состоит из органа, воспринимающего раздражитель (например, глаз для зрительного анализатора), и тех структур мозга, где этот вид информации обрабатывается (верхние бугры четверохолмия среднего мозга, зрительные ядра таламуса и затылочная доля коры больших полушарий для зрения). Важно помнить о том, что любой вид информации доставляется в головной мозг по нервным путям в виде нервных импульсов и наши ощущения зависят от того, в какой отдел мозга приходят эти самые импульсы. Если импульсы от рецепторов сетчатки глаза попадут в слуховые центры, то на основе увиденного там начнут формироваться звуковые образы. Представляете себе, какая путаница в ощущениях может возникнуть?

Рис. 64. Строение глаза

Как правило, анализаторы дают верное представление об окружающей действительности, но возможны и ошибки восприятия, называемые *иллюзиями*. Их причины могут быть как внутренними, так и внешними, однако жизненный опыт и совместная работа всех анализаторов помогают человеку получить верную картину мира.

Зрительный анализатор. Более 90% информации об окружающем мире человек

получает с помощью зрения. Зрительный анализатор включает в себя глаз, зрительный нерв и те структуры головного мозга, где создаётся зрительный образ (картинка, которую мы видим).

Строение глаза (рис. 64). Орган зрения — глаз — состоит из глазного яблока и вспомогательного аппарата. К последнему относят веки, ресницы, мышцы глазного яблока и слёзные железы. Веки — складки кожи, выстланные изнутри слизистой оболочкой. Слёзы, образующиеся в слёзных железах, омывают передний отдел глазного яблока и через носослёзный канал проходят в ротовую полость. У взрослого человека в сутки должно вырабатываться не менее 3—5 мл слёз, которые увлажняют поверхность глазного яблока, очищая его от пылинок и убивая бактерий. 70

Глазное яблоко имеет шарообразную форму и располагается в глазнице. При помощи глазодвигательных мышц оно может поворачиваться в глазнице. Глазное яблоко имеет три оболочки. Наружная оболочка (белочная) спереди глазного яблока переходит в прозрачную *роговицу*, её задний отдел называется *склерой*. Через среднюю оболочку (сосудистую) глазное яблоко снабжается кровью. Впереди в сосудистой оболочке имеется отверстие — *зрачок*, позволяющий лучам попадать внутрь глазного яблока. Вокруг зрачка часть сосудистой оболочки окрашена и называется *радужкой*. Клетки радужки содержат всего один пигмент, и, если его мало, радужка окрашена в голубой или серый цвет, а если много — в карий или чёрный. Мышцы зрачка сужают или расширяют его (от 2 до 8 мм в диаметре) в зависимости от яркости света, освещающего глаз. Между роговицей и радужкой расположена *передняя камера глаза*, заполненная жидкостью.

Позади радужки расположен прозрачный *хрусталик* — двояковыпуклая линза, необходимая для фокусировки лучей света на внутренней поверхности глазного яблока. Хрусталик снабжён специальными мышцами, меняющими его кривизну. Процесс изменения кривизны хрусталика называют *аккомодацией*. Между радужкой и хрусталиком расположена *задняя камера глаза*. Бóльшая часть глазного яблока заполнена прозрачным *стекловидным телом*.

Механизм работы зрительного анализатора. Пройдя через хрусталик и стекловидное тело, лучи света попадают на внутреннюю оболочку глазного яблока — *сетчатку*. Это многослойное образование содержит зрительные рецепторы — *колбочки* (около 7 млн) и *палочки* (около 130 млн). В палочках содержится зрительный пигмент родопсин, они более чувствительны, чем колбочки, и обеспечивают чёрно-белое зрение при плохом освещении. Колбочки содержат зрительный пигмент иодопсин и обеспечивают цветное зрение в условиях хорошей освещённости. Считается, что есть три вида колбочек, воспринимающих красный, зелёный и фиолетовый

цвета соответственно. Все остальные оттенки определяются комбинацией возбуждения в этих трёх типах рецепторов. Под действием квантов света зрительные пигменты разрушаются, генерируя электрические сигналы, которые передаются от палочек и колбочек к *зрительному нерву*, и по его волокнам импульсы поступают в мозг. В месте выхода зрительного нерва из сетчатки отсутствуют и колбочки, и палочки. Это место называется **слепым пятном**.

Больше всего колбочек располагается прямо напротив зрачка — в *жёлтом пятне*, а в периферических отделах сетчатки колбочек почти нет, там располагаются одни палочки.

Выйдя из глазного яблока, зрительный нерв следует в верхние бугры четверохолмия среднего мозга, где зрительная информация подвергается первичной обработке. По аксонам нейронов верхних бугров зрительная информация попадает в зрительные ядра таламуса, а оттуда — в затылочные доли коры больших полушарий. Именно там формируется тот зрительный образ, который мы субъективно ощущаем, то есть видим.

Оптическая система глаза формирует на сетчатке не только уменьшенное, но и перевёрнутое изображение предмета. Обработка сигналов в центральной нервной системе происходит таким образом, что предметы воспринимаются в естественном положении.

Нарушения зрения, их причины и профилактика. Одной из главных проблем людей старше 40 лет является нарушение зрения. В России 60% населения имеют проблемы со зрением; более 1 млн — слепые и слабовидящие. Снижение зрения означает утрату возможности читать, писать, смотреть телевизор и др. Среди основных расстройств зрения следует отметить близорукость и дальнозоркость. При **близорукости** (рис. 65) глазное яблоко несколько вытягивается и изображение от отдалённых объектов не фокусируется на сетчатке, оказываясь как бы перед ней. При **дальнозоркости** (см. рис. 65) картина будет противоположной, но в обоих случаях изображение на сетчатке будет нечётким. Близорукие люди плохо видят удалённые предметы, хорошо различая всё, что расположено рядом. Дальнозоркие люди, наоборот, хорошо видят на далёкие расстояния, но чтение книги, лежащей перед ними, вызывает у них затруднение. В обоих случаях поправить положение могут правильно подобранные очки.



Рис. 65. Близорукость и дальнозоркость

Для того чтобы человек хорошо видел, необходимо сфокусировать оба глаза на объекте. За счёт этого формируется объёмное зрение, оценивается форма предмета и расстояние до него.

Ещё одним нарушением зрения является **косоглазие.** При косоглазии глаза как будто пытаются сойтись вместе или, наоборот, разойтись. Косоглазие может или быть врождённым, или возникнуть из-за травмы. Лечат это заболевание специальными упражнениями, ношением особых очков, но иногда приходится прибегать к операции.

Помутнение хрусталика довольно часто встречается у пожилых людей и диабетиков. Это заболевание называется **катарактой.** Иногда катаракта у ребёнка бывает врождённой, чаще всего в том случае, если его будущая мама переболела краснухой на ранней стадии беременности. Однако такой непрозрачный хрусталик можно удалить и заменить его специальными очками, выполняющими функцию хрусталика.

Для глаз очень опасны различные повреждения, вызываемые острыми предметами или химическими и температурными ожогами. При повреждениях глаз оказать грамотную помощь без участия специалиста трудно, а потому следует наложить на глаз повязку и срочно доставить больного к врачу.

Так как глаза могут пострадать от целого ряда инфекций, следует тщательно следить за их гигиеной, а при покраснении глаз и возникновении неприятных ощущений обращаться к врачу.



1. Что такое анализаторы и какие части входят в их состав?
2. Каково строение зрительного анализатора?
3. Где расположены рецепторы, воспринимающие зрительную информацию? Какие их виды различают и каковы их функции?
4. Какие расстройства зрения вам известны и каковы их основные причины?

@ **1.** Раскройте механизм работы зрительного анализатора.
2. Сформулируйте основные правила гигиены зрения.

Анализатор. Глаз. Слепое пятно. Близорукость. Дальнозоркость. Косоглазие. Катаракта.

ПОДУМАЙТЕ! Почему в сумерки мы не можем различить окраску предметов?

§ 46. СЛУХОВОЙ АНАЛИЗАТОР

ВСПОМНИТЕ

1. Какое значение для человека имеет слух?
2. Каковы основные части любого анализатора?

Слух даёт возможность воспринимать звуковую информацию на значительном расстоянии. А для человека слух важен ещё и потому, что даёт возможность воспринимать речь, а значит, общаться. **Слуховой анализатор** включает в себя орган слуха, слуховой нерв и центры мозга, анализирующие слуховую информацию.

Строение органа слуха. Периферическая часть слухового анализатора состоит из наружного, среднего и внутреннего **уха** (рис. 66). *Наружное ухо* человека представлено ушной раковиной, наружным слуховым проходом и барабанной перепонкой.

Ушная раковина — хрящевое образование, покрытое кожей. У человека, в отличие от многих животных, ушные раковины практически неподвижны. *Наружный слуховой проход* — канал длиной 3—3,5 см, заканчивающийся *барабанной перепонкой*, отделяющей наружное ухо от полости среднего уха. Слуховой проход не совсем прямой, он слегка изогнут, его стенки выделяют особое липкое вещество — ушную серу, которая не даёт проникнуть в слуховой проход пыли и мелким насекомым. В полости среднего уха расположены самые маленькие кости организма человека: *молоточек*, *наковальня* и *стремечко*. Молоточек «рукояткой» срастается с барабанной перепонкой, а «головкой» подвижно присоединён к наковальне, которая другой частью подвижно соединена со стремечком. Стремечко широким основанием сращено с перепонкой *овального окна*, ведущего во внутреннее ухо. Полость среднего уха через *евстахиеву трубу* соединена с носоглоткой. Это необходимо для выравнивания давления по обе стороны барабанной перепонки при изменениях атмосферного давления.

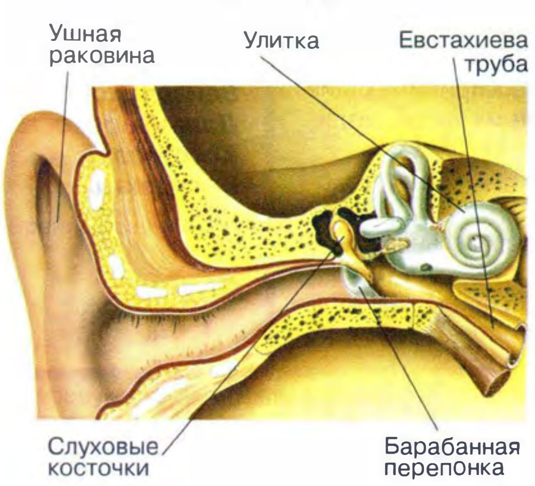


Рис. 66. Строение уха

Внутреннее ухо находится в полости пирамиды ви-

сочной кости. К органу слуха во внутреннем ухе относится *улитка* — костный спирально закрученный канал. В канале улитки, заполненном особой жидкостью, находится около 25 тыс. звуковоспринимающих клеток, от которых отходят волокна *слухового нерва*.

Механизм работы слухового анализатора. При поступлении звукового сигнала столбик воздуха, заполняющий наружный слуховой проход, колеблется. Эти колебания улавливаются барабанной перепонкой и через молоточек, наковальню и стремечко передаются на овальное окно. При прохождении через систему звуковых косточек звуковые колебания усиливаются приблизительно в 40—50 раз и передаются на жидкость, заполняющую полости внутреннего уха. Через эту жидкость колебания воспринимаются рецепторами, причём высокие звуки вызывают колебания более коротких волокон, а низкие — более длинных. В результате колебаний возбуждаются рецепторные клетки и сигнал по волокнам слухового нерва передаётся сначала в ядра нижних бугров четверохолмия, оттуда в слуховые ядра таламуса и, наконец, в височные доли коры больших полушарий, где и находится высший центр слуховой чувствительности.

Нарушения слуха, их причины и профилактика. Иногда в наружном слуховом проходе скапливается слишком много ушной серы и образуется пробка, снижающая остроту слуха. Удалять такую пробку нужно очень осторожно, так как можно повредить барабанную перепонку. Из носоглотки в полость среднего уха могут проникать различные виды возбудителей, способные вызывать воспаление среднего уха — **отит**. При правильном и своевременном лечении отит быстро проходит и не отражается на чувствительности слуха. Также к нарушению слуха могут привести механические травмы — ушибы, удары, воздействия сверхсильных звуковых раздражителей.

1. Каково строение слухового анализатора?
2. Какие расстройства слуха вам известны и каковы их основные причины?

@
1. Докажите, что «орган слуха» и «слуховой анализатор» — разные понятия.
2. Сформулируйте основные правила гигиены слуха.

Слуховой анализатор. Ухо. Отит.

ПОДУМАЙТЕ! Какие особенности слухового анализатора позволяют человеку определить расстояние до источника звука и направление на него?

§ 47. ВЕСТИБУЛЯРНЫЙ АНАЛИЗАТОР. МЫШЕЧНОЕ ЧУВСТВО. ОСЯЗАНИЕ

ВСПОМНИТЕ

1. Какие органы позволяют животным ориентироваться в пространстве и где они расположены?
2. Какие функции выполняют наружные покровы человека?

Вестибулярный анализатор выполняет функцию регуляции положения тела и его отдельных частей в пространстве. Его периферическая часть представлена рецепторами, расположенными во внутреннем ухе, а также большим количеством рецепторов, расположенных в сухожилиях мышц.

В преддверии внутреннего уха расположены круглый и овальный мешочки, которые заполнены жидкостью. В стенках мешочков находится большое количество *рецепторных волосков клеток*. В полости мешочков расположены отолиты — кристаллы солей кальция. Кроме того, в полости внутреннего уха присутствуют три полукружных канала, расположенные во взаимно перпендикулярных плоскостях. Они заполнены жидкостью, а в стенках их расширений находятся рецепторы (рис. 67).

При изменении положения головы или всего тела в пространстве отолиты и жидкость полукружных канальцев перемещаются, возбуждая рецепторы. Их отростки образуют *вестибулярный нерв*, по которому информация об изменении положения тела в пространстве попадает в ядра среднего мозга, мозжечок, ядра таламуса и, наконец, в теменную область коры больших полушарий.

Мышечное чувство. Человек прекрасно чувствует, в каком положении находятся части его тела, например конечности. Для этого в мышцах и особенно в их сухожилиях располагаются многочисленные рецепторы, передающие в мозг информацию о степени растяжения каждой мышцы, а значит, и о том, насколько эта мышца сокращена. Эта информация поступает в мозжечок и теменную область коры больших полушарий, что позволяет очень быстро и точно контролировать позу всего тела человека и положение его отдельных частей. Мышечное чувство поз-

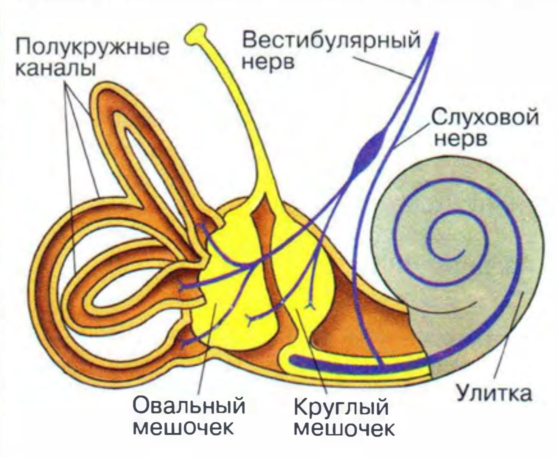


Рис. 67. Вестибулярный орган

воляет человеку довести до автоматизма свои двигательные навыки. Например, акробат выполняет целые каскады сложнейших движений, совершенно не задумываясь об их последовательности. Это возможно только благодаря точной работе вестибулярного аппарата и хорошо тренированному мышечному чувству.

Осязание — это комплекс ощущений, возникающий при раздражении нескольких видов рецепторов кожи, реагирующих на холод, тепло, давление, прикосновение и т. д. Информация от всех этих рецепторов собирается в спинной мозг и по проводящим путям белого вещества поступает в ядра таламуса, а оттуда в высший центр тактильной чувствительности — область задней центральной извилины коры больших полушарий.

Моя лаборатория

Морская болезнь. Очень многих людей укачивает. Во время качки жидкость в полукружных каналах постоянно перемещается и возбуждает рецепторы, а мозговые центры реагируют на это неприятными ощущениями. Победить укачивание можно либо тренировкой, либо специальными лекарствами. К сожалению, некоторых людей укачивает несмотря на многолетнюю морскую практику. Известно, что великий английский адмирал Нельсон очень реагировал на небольшие волнения моря и на мостике его флагманского корабля рядом с ним всегда находилось ведро на случай рвоты.

1. Каково строение вестибулярного анализатора?
2. Где расположены рецепторы, воспринимающие информацию о положении тела в пространстве?
3. Каково значение мышечного чувства для людей разных профессий?

@ Какие виды рецепторов кожи вам известны?

1. Охарактеризуйте особенности строения органа равновесия и функции его основных частей.

2. Раскройте механизм работы вестибулярного анализатора.

Вестибулярный анализатор. Мышечное чувство. Осязание.

ПОДУМАЙТЕ! Почему перед выполнением сложного действия человеку важно мысленно представить его во всех деталях и в нужной последовательности?

§ 48. ВКУСОВОЙ И ОБОНЯТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗАТОРЫ. БОЛЬ

ВСПОМНИТЕ

Какое значение для животных имеют вкус и обоняние?

Основным органом вкуса является **язык**, однако вкусовые рецепторы имеются также в слизистой оболочке ротовой полости и глотки. Скопления вкусовых рецепторов находятся во *вкусовых почках*, расположенных в эпителиальных выростах — **вкусовых сосочках.** Они реагируют только на растворённые в воде вещества, поэтому сухая пища кажется для человека безвкусной.

Вкусовой анализатор. Человек различает четыре вида вкусовых ощущений: солёное, кислое, горькое, сладкое. Больше всего рецепторов, восприимчивых к кислому и солёному, расположено по бокам языкам, к сладкому — на кончике языка, а к горькому — на корне языка, хотя небольшое число рецепторов любого из этих раздражителей разбросано по слизистой всей поверхности языка (рис. 68). Наибольшая чувствительность у вкусовых рецепторов наблюдается при температуре в полости рта 29 °С.

От рецепторов информация о вкусовых раздражителях по нервным волокнам поступает в средний мозг, ядра таламуса и, наконец, во внутреннюю область височных долей коры больших полушарий, где расположены высшие центры вкусового анализатора. Вкусовые ощущения формируются раньше всех других. Даже новорождённый младенец способен разобраться, в какой бутылке находится материнское молоко, а в какой — солёная вода.

Обонятельный анализатор обеспечивает обоняние — восприятие различных запахов. Обонятельные рецепторы расположены в слизистой оболочке верхней части носовой полости. Чтобы запах был почувствован, частицы вещества (молекулы) должны попасть в полость носа и связаться с рецептором. Путь в мозг для информации о запахах очень короткий. Импульсы от обонятельного эпителия поступают прямо на внутреннюю поверхность височных долей, где в обонятельной зоне и формируется ощущение запаха.

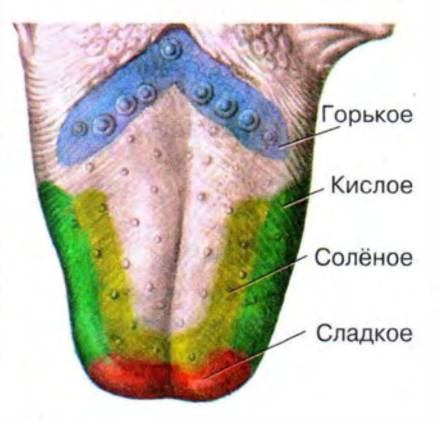


Рис. 68. Вкусовые зоны языка

По меркам мира животных у человека неважное обоняние, но мы способны различать не менее 4 тыс. различных запахов, а по самым по-

следним сведениям — до 10 тыс. Сейчас выделяют шесть основных запахов, из которых складываются все остальные: цветочный, фруктовый, зловонный, пряный, смолистый, запах гари.

Боль — это неприятные ощущения, которые указывают на повреждение организма или угрозу для него вследствие травмы или болезни. Аристотель считал, что у человека есть пять видов ощущений: зрение, слух, запах, вкус, осязание, а вот боль он в этот список не включил и назвал «страстью души». Боль воспринимается разветвлёнными окончаниями особых нервов. Таких окончаний в коже человека не менее миллиона. Кроме того, запредельно сильное воздействие на любой рецептор: зрительный, слуховой, тактильный и т. д. — приводит к тому, что в головном мозге формируется болевое ощущение. Высший болевой центр находится в таламусе, и именно там формируется ощущение боли.

В настоящее время в арсенале врачей имеются очень хорошие, длительно действующие обезболивающие лекарства — анальгетики. Местные анальгетики вводят туда, где возникает боль, например в область удаляемого зуба. Такие лекарства блокируют проведение импульсов по болевым путям в мозг, но действуют они не очень долго. Для общего обезболивания приходится погружать человека в бессознательное состояние при помощи особых веществ. Самыми лучшими блокаторами болевых ощущений являются вещества, сходные с морфином. Но к сожалению, их использование не может быть широким, так как все они приводят к возникновению наркотической зависимости.



1. Что общего у вкусового и обонятельного анализаторов?
2. Какие вкусовые ощущения различает человек и где расположены рецепторы, воспринимающие их?
3. От чего зависит ощущение запаха?
4. Что такое боль и какое значение для человека имеет её ощущение?
5. Почему нельзя длительное время применять препараты, блокирующие болевые ощущения?

@ Раскройте механизмы работы вкусового и обонятельного анализаторов.

Язык. Вкусовой анализатор. Вкусовые сосочки. Обонятельный анализатор. Боль.

ПОДУМАЙТЕ! В каком случае человек не сможет почувствовать вкуса пищи?

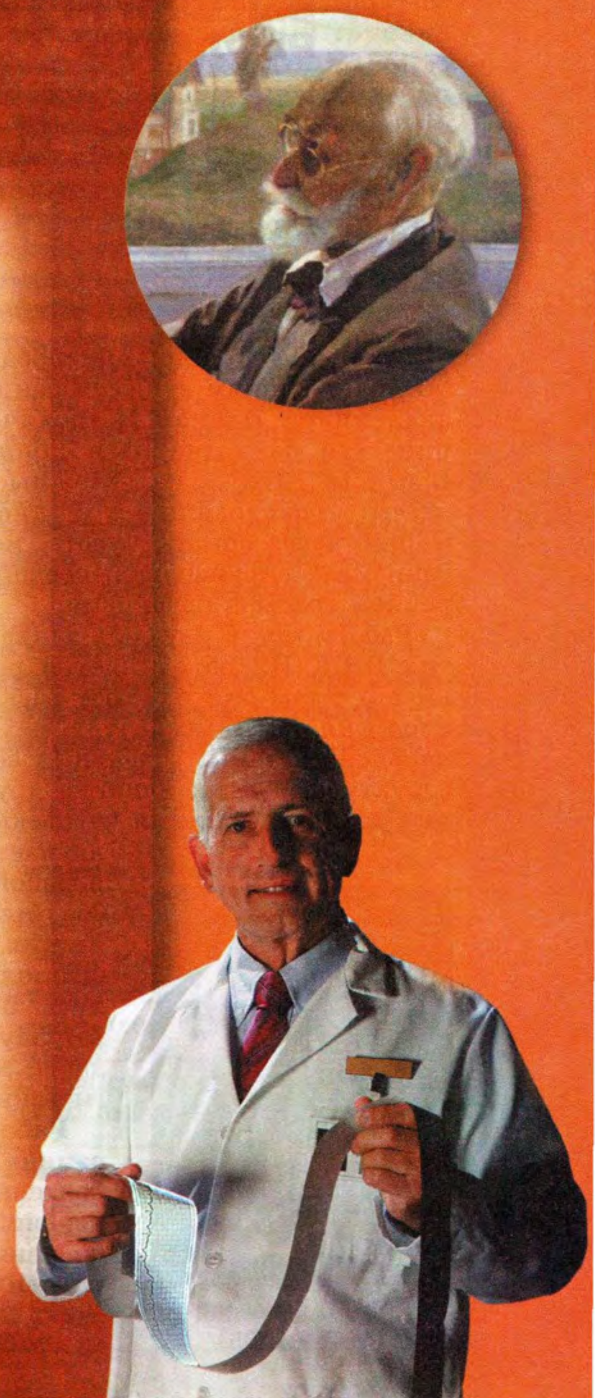
ВЫВОДЫ К ГЛАВЕ 11

На человека постоянно действует непрерывный поток информации о процессах, происходящих внутри и вне его организма. Каждый её вид поступает в центральную нервную систему человека через соответствующий анализатор, обеспечивающий её восприятие через специализированные органы чувств, доставку по нервным путям в определённый участок мозга, а также анализ этой информации и создание ощущения. Различают зрительный, слуховой, вкусовой, обонятельный, вестибулярный и тактильный анализаторы.

Органы чувств обеспечивают преобразование информационных сигналов, поступающих от специфического раздражителя, в форму, доступную для восприятия соответствующим рецептором.

Боль — это неприятные ощущения, которые указывают на повреждение организма или угрозу для него вследствие травмы или болезни. Она воспринимается разветвлёнными окончаниями особых нервов. Запредельно сильное воздействие на любой рецептор приводит к формированию болевого ощущения. Высший болевой центр находится в таламусе, где и формируется ощущение боли. Современные обезболивающие препараты могут блокировать проведение импульсов по болевым путям в мозг, но их использование не может быть постоянным.

Психика и поведение человека. Высшая нервная деятельность



Мозг является центром психической деятельности, которая обеспечивает человеку выбор правильного варианта поведения в соответствии с условиями окружающей среды.

Психические процессы включают в себя эмоции, восприятие, память, сознание, мышление и являются проявлениями высшей нервной деятельности.

ВЫ УЗНАЕТЕ

– о высшей нервной деятельности (ВНД) человека;
– об исследованиях в области ВНД;
– о безусловных и условных рефлексах и их биологическом значении;
– о познавательной деятельности мозга;
– о сознании человека;
– об особенностях психики человека;
– о роли обучения и воспитания в развитии психики и поведении человека;
– о сне и бодрствовании;
– о санитарно-гигиенических нормах и правилах здорового образа жизни;
– о вредных и полезных привычках, об их влиянии на здоровье.

ВЫ НАУЧИТЕСЬ

– выявлять особенности наблюдательности и внимания, логической и механической памяти;
– характеризовать консерватизм мышления.

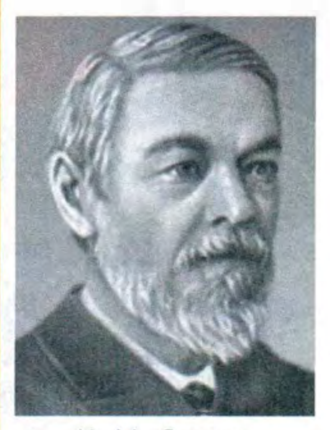
§ 49. ВЫСШАЯ НЕРВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ. РЕФЛЕКСЫ

ВСПОМНИТЕ

1. Что такое рефлекс?
2. Каковы основные функции высших отделов головного мозга?

Высшей нервной деятельностью (ВНД) называют сложный и взаимосвязанный набор нервных процессов, лежащих в основе поведения человека. Она обеспечивает выбор правильного варианта поведения из нескольких возможных и даёт возможность человеку быстро и успешно приспосабливаться к постоянно изменяющимся условиям существования. Этот термин был введён в науку академиком **Иваном Петровичем Павловым** (1849—1936), считавшим его равнозначным понятию «психическая деятельность». В основе ВНД лежат сложные электрические и химические процессы, происходящие в клетках головного мозга. Получая информацию через органы чувств, мозг обеспечивает взаимодействие организма с окружающей средой и поддерживает постоянство внутренней среды в организме.

Работу мозга изучают такие науки, как психология и физиология ВНД. Их объединяет и ряд общих методов исследования, но вместе с тем они изучают разные стороны нервных процессов. Физиология ВНД исследует механизмы деятельности центральной нервной системы, отдельных её структур и нейронов, связи между структурами и их влияние друг на друга, обусловливающее сложные взаимоотношения человека с окружающей средой. Психология изучает результаты работы центральной нервной системы, выраженные в виде образов, идей, представлений и других психических проявлений. Труды психологов и физиологов ВНД всегда тесно переплетались. В последние десятилетия возникла новая наука — *психофизиология*, основной задачей которой является изучение физиологических основ психической деятельности.



И. М. Сеченов (1829–1905)

Работы выдающихся учёных по исследованию ВНД. Мысль о том, что психическая деятельность осуществляется при участии нервной системы, высказывали учёные ещё до нашей эры, но каким образом это происходит, долгое время оставалось неясным. Даже сейчас нельзя сказать, что механизмы работы мозга раскрыты.

Учение о рефлекторном принципе деятельности организма было разработано **Иваном Михайловичем Сеченовым.** Главный труд его жизни — книга «Рефлексы головного мозга» — был издан в 1863 г. В этой книге учёный доказал, что **рефлекс** — это универсальная форма взаимодействия организма со средой, то есть рефлекторный характер имеют не только непроизвольные, но и произвольные, сознательные движения. Они начинаются с раздражения каких-либо органов чувств и продолжаются в мозге в виде определённых нервных явлений, приводящих к запуску поведенческих реакций. Сеченовым был сделан вывод, что мозг — это область непрерывной смены возбуждения и торможения. Два этих процесса постоянно взаимодействуют друг с другом, что приводит как к усилению, так и к ослаблению (задержке) рефлексов. Нервная система не просто пассивно реагирует на внешние раздражители, но может и усиливать действие одних стимулов и затормаживать действие других, поэтому организм реагирует на одни раздражители и не реагирует на другие. Он также обратил внимание на существование *врождённых рефлексов*, которые достаются людям от предков, и *приобретённых*, которые возникают в течение жизни, являясь результатом обучения. Предположения и выводы И. М. Сеченова опережали своё время.

Экспериментальное доказательство правильности идей И. М. Сеченова было получено И. П. Павловым. Все рефлексы, возникающие в организме, он подразделил на **безусловные** и **условные.**

Сравнительная характеристика условных и безусловных рефлексов представлена в таблице 7.

Таблица 7

Сравнение безусловных и условных рефлексов

Безусловные	Условные
Врождённые, передаются по наследству из поколения в поколение	Приобретаются организмом в течение жизни
Свойственны большинству особей данного вида	Индивидуальны, то есть свойственны отдельным особям
Имеют постоянные рефлекторные дуги	Рефлекторные дуги формируются при совпадении определённых условий
Постоянны, практически не затухают в течение жизни	Непостоянны, вырабатываются и затухают в течение жизни

Продолжение

Безусловные	Условные
Реакция происходит в ответ на адекватные внешние и внутренние раздражители	Вырабатываются на основе безусловных рефлексов
Могут осуществляться за счёт нервных центров, расположенных в спинном мозге и подкорковых структурах головного мозга	Осуществляются, как правило, при участии коры больших полушарий мозга

К безусловным рефлексам относятся: кашель при попадании инородных тел в дыхательные пути, выделение слюны при виде пищи, отдёргивание руки при болевом раздражении и т. д.

Для образования условного рефлекса необходимо сочетание во времени двух раздражителей: условного и безусловного, вызывающего определённый безусловный рефлекс. Условный раздражитель (вспышка света, звук и т. п.) должен несколько опережать во времени безусловное подкрепление. Обычно условный рефлекс вырабатывается после нескольких сочетаний условного и безусловного раздражителей.

Поведение человека. Выбор той или иной формы поведения и животных, и человека определяется жизненными потребностями. Если несколько часов провести во дворе, играя в футбол, то вполне закономерно возникнет потребность в пище, а если прищемить палец дверью, возникнет сильная потребность избавиться от боли. Потребности приводят в состояние возбуждения те или иные структуры мозга, и возникает так называемая **мотивация** — желание совершить какие-то действия, которые позволят удовлетворить потребность. В первом примере эти действия сведутся к тому, чтобы сделать бутерброд и съесть его, удовлетворив потребность в пище. Во втором примере поведенческий акт будет заключаться в том, чтобы, быстро приоткрыв дверь, вытащить палец из щели и опустить его в холодную воду. Таким образом, мотивации делают поведение человека целенаправленным, и действуют они или на основе наследственных поведенческих программ (безусловных рефлексов), или на основе накопленного ранее жизненного опыта (выработанных за время жизни условных рефлексов).

Конечно, человек не может одновременно действовать на основе нескольких мотиваций. Попробуйте-ка, прищемив палец, сделать бутерброд и съесть его. Вряд ли у вас это получится. Это объясняется тем, что в каждый момент жизни на первом плане стоит какая-то одна самая важная, самая срочная мотивация, которую и не-

обходимо удовлетворить, а потом уже переключаться на что-то другое. Великий русский физиолог князь **Алексей Алексеевич Ухтомский** создал учение о доминанте. Он считал, что при усилении какой-то потребности в мозге возникает временный очаг возбуждения. Структуры мозга, входящие в этот очаг, согласованно работают для того, чтобы быстро удовлетворить главную на этот момент потребность. А. А. Ухтомский назвал такой очаг, состоящий из нескольких согласованно работающих нервных центров, доминантой. Иными словами, **доминанта** — это рефлекс, господствующий в данный момент времени. Доминанта способна тормозить развитие других очагов возбуждения, и существует она до тех пор, пока существует потребность, её породившая. Доминанта обеспечивает активное избирательное поведение, она не позволяет человеку отвлекаться на второстепенные стимулы, не имеющие отношения к выполнению главной в данный момент задачи. Например, если человек увлечён каким-то важным для себя делом, он временно перестаёт видеть и слышать происходящее вокруг него, как говорят, уходит в себя. Когда же жизненная задача решена, доминанта угасает, но органы и системы объединяются в новую функциональную систему для решения новой возникающей потребности.



А. А. Ухтомский (1875–1942)



1. Что такое высшая нервная деятельность? Что лежит в её основе?
2. Какие науки изучают работу мозга? Что их объединяет?
3. Что такое безусловные и условные рефлексы? Каковы их механизмы и биологическое значение?
4. Что обусловливает выбор той или иной формы поведения?
5. Что понимают под функциональной системой? Приведите примеры.

!

Высшая нервная деятельность (ВНД). Безусловные и условные рефлексы. Мотивация. Доминанта.

ПОДУМАЙТЕ! К какому типу рефлексов следует отнести сосательные движения новорождённого ребёнка, возникающие в момент, когда его впервые прикладывают к груди? Каков механизм этого типа рефлексов?

§ 50. ПАМЯТЬ И ОБУЧЕНИЕ

ВСПОМНИТЕ

Какое значение для человека имеет возможность накапливать и использовать индивидуальный жизненный опыт?

Память — это сложный психофизиологический процесс, связанный с приобретением человеком индивидуального жизненного опыта. В его основе лежат механизмы запоминания, хранения и извлечения информации. От памяти зависят способности человека к обучению. Используя память, человек может многократно извлекать полученную информацию в область сознания, то есть вспоминать накопленные сведения, и применять её по назначению. Таким образом, благодаря памяти в процессе **обучения** у человека формируются знания, умения и навыки, необходимые для жизни в изменяющихся условиях окружающей среды. Память и обучение присущи многим живым организмам, но наибольшего развития они достигли у человека.

По длительности хранения информации память условно подразделяют на кратковременную и долговременную. *Кратковременная память* длится всего несколько секунд и позволяет удерживать около семи предъявленных элементов информации. Вы и сами, наверное, обращали внимание на то, что запомнить на несколько минут семизначный телефонный номер может почти любой человек, а вот десятизначный — совсем немногие. Магия семи элементов, которые может единовременно охватить наш мозг, нашла отражение во множестве сказок и поговорок, причём у самых разных народов. Вспомните: семеро одного не ждут, семь раз отмерь, семь гномов, семь богатырей, семь пятниц на неделе, семь невест для семи братьев и т. д.

В основе кратковременной памяти лежит движение нервных импульсов по нейронам головного мозга. Она очень чувствительна к внешним воздействиям различными раздражителями. Например, если в момент запоминания информации человека отвлечь, переключить его внимание на решение другой умственной задачи, то информация, содержащаяся в этот момент в его кратковременной памяти, полностью стирается.

Долговременная память сохраняет полученную информацию в течение всей жизни человека. Всё, что содержится в кратковременной памяти свыше 30 с, преобразуется в систему долговременной памяти. Особенно хорошо запоминаются события, которые вызывают у человека сильные положительные или отрицательные эмоции (восторг, удовольствие, страх, ненависть и т. п.).

Виды памяти. Выделяют несколько видов памяти. По преобладанию в процессах запоминания какого-либо анализатора различают зрительную, слуховую, обонятельную, вкусовую память и др. Например, *двигательная память* зависит от работы анализаторов, рецепторами которых являются нервные окончания в мышцах скелетной мускулатуры. Она задействуется в процессе формирования у человека двигательных умений и навыков, связанных с запоминанием последовательности движений при различных видах деятельности: работе, спорте, письме, речи. Ведь, научившись ездить на двухколёсном велосипеде в детстве, мы без труда сохраняем этот навык на всю жизнь. Сказанное относится и к умению плавать.

Обычно человек запоминает не только раздражители, которые действуют на него, но и те ощущения, образы и эмоции, которые они вызывают. *Образная память* — это запоминание и сохранение в памяти различных образов: слуховых, зрительных, обонятельных. Образная память должна быть особенно хорошо развита у людей творческих профессий: музыкантов, художников, поэтов, писателей, артистов.

Эмоциональная память — это сохранение в памяти тех чувств, которые когда-то вызвала какая-то жизненная ситуация. Например, при укусе собаки возникают боль и страх. При этом в мозге и железах внутренней секреции вырабатывается ряд веществ, которые необходимы для реакции на стресс. По прошествии нескольких лет человек, которого когда-то укусила собака, при виде этого животного вновь вспоминает и переживает те же ощущения. При этом снова могут вырабатываться и выбрасываться в кровь те же регуляторные вещества, что и при реальном укусе.

Выделяют и некоторые другие виды памяти. Важно понимать, что все они тесно связаны между собой. Лучше всего запоминается то, что заставляет включаться сразу несколько механизмов запоминания, то есть то, что ново, интересно, вызывает сильные эмоции.

Расстройства памяти. Существует целый ряд расстройств мозга, сопровождающихся поражением памяти. **Амнезия** — полная или частичная утрата памяти под влиянием чрезвычайного физического или химического воздействия на мозг. Часто она возникает в случае значительных нервных потрясений и переживаний.

Нередко встречаются врождённые или приобретённые расстройства памяти. Они выражаются либо в ослаблении памяти, либо, наоборот, в уникальной способности запоминать большой объём информации на продолжительный срок.

Не менее распространены поражения памяти, вызываемые постоянным употреблением алкоголя, которое приводит к массовой гибели нейронов. В результате пьющий человек теряет способность

к запоминанию новых событий, а старые воспоминания превращаются в подобие реальности. При этом он не отличает свои воспоминания от действительности, а его мозг не может правильно реагировать на происходящее вокруг. Это расстройство памяти назвали *синдромом Корсакова* в честь русского психиатра, который впервые его описал.

Способы улучшения памяти. Существуют специальные приёмы, способствующие улучшению памяти. Если снижение способности к запоминанию не связано с прогрессирующим заболеванием, а вызвано усталостью, перенапряжением или стрессом, то можно воспользоваться комплексами витаминов, помогающих снабжать мозг всем необходимым для нормальной работы. Не менее актуальным в этом случае является и приём (по рецепту врача) лекарств, улучшающих кровоснабжение мозга. Однако всегда надо помнить, что злоупотреблять лекарствами не стоит. Если мозгу всё время помогать работать, то в случае прекращения приёма препаратов способность к обучению на некоторое время может снизиться.

Моя лаборатория

Оценка объёма **кратковременной памяти с помощью теста.**

1. В течение 1 мин внимательно прочитайте предложенный вам набор из 25 слов, затем отложите его.

2. В течение 5 мин запишите все слова, которые вам удалось запомнить. Последовательность не имеет значения.

3. Подсчитайте число правильно написанных слов и оцените каждое из них в 1 балл.

4. По сумме баллов определите, к какой категории относится объём вашей памяти:

- 6 слов и меньше — объём памяти крайне низкий, вам необходимо заниматься регулярными упражнениями по тренировке памяти;
- 7—12 слов — объём памяти чуть ниже среднего, возможно, вы не умеете сосредоточиваться;
- 13—17 слов — объём памяти хороший;
- 18—21 слово — объём кратковременной памяти отличный, вы можете заставить себя сосредоточиться, следовательно, обладаете достаточной волей;
- свыше 22 слов — ваша память феноменальна!

Формирование памятного следа — энграммы. В формировании энграммы принимают участие нейроны ствола мозга, лимбической системы, височных и лобных долей больших полушарий. Консолидация включает в себя целый комплекс биохимических процессов, затрагивая главные молекулы, хранящие генетическую информацию, то есть дезоксирибонуклеиновую кислоту (ДНК), а также процессы, связанные с синтезом белков в мозге. Учёные показали, что памятный след не образуется, то есть запоминание не происходит, если предварительно ввести в организм вещества, нарушающие синтез ДНК и белков. Согласно современным представлениям считается, что в мозге нельзя выделить какую-либо отдельную структуру, в которой хранится энграмма. Видимо, памятный след сохраняется совместно клетками всего головного мозга. Сформировавшаяся энграмма какого-либо события очень устойчива и может сохраняться в течение всей человеческой жизни, но извлечение энграммы, то есть воспоминание об этом событии, зачастую может быть сопряжено с большими трудностями. Эксперименты показывают, что воспоминания, которые человек не может вызвать у себя произвольно, возникают с большой чёткостью и массой деталей при слабом электрическом раздражении некоторых отделов лобной и височной долей коры больших полушарий. Иными словами, в нашем мозге сохраняются практически все события нашей жизни, только извлечь нужные воспоминания из хранилища очень часто бывает трудно или даже невозможно. Жаль, что пока мы не можем произвольно вспоминать всё, что когда-то видели, читали, чувствовали. Но скорее всего, причина забывчивости — защитные механизмы, предохраняющие наш мозг от перегрузки.



1. Что такое обучение? Какое значение оно имеет для человека?
2. Что такое память? Какие её типы и виды вы знаете и чем они отличаются друг от друга?
3. Какие расстройства памяти вам известны?

@ Охарактеризуйте основные приёмы (способы) улучшения памяти.



Память. Обучение. Амнезия.

ПОДУМАЙТЕ! Какие приёмы улучшения запоминания информации вы могли бы предложить, основываясь на знаниях о видах памяти?

§ 51. ВРОЖДЁННОЕ И ПРИОБРЕТЁННОЕ ПОВЕДЕНИЕ

ВСПОМНИТЕ

1. Что такое поведение?
2. Чем условные рефлексы отличаются от безусловных рефлексов?

И животные, и человек обладают врождёнными программами поведения, то есть они рождаются с некоторыми знаниями об окружающем мире и правилами поведения в нём. Такие программы строятся на основе жизненного опыта наших далёких предков. Эти программы, передающиеся нам с генетическим материалом, должны помочь удовлетворять самые главные жизненные потребности и способствовать выживанию вида.

Так, новорождённый младенец рефлекторно задерживает дыхание при погружении в воду. Этот рефлекс необходим для того, чтобы не задохнуться во время родов, но через несколько месяцев жизни он угасает. Другой, более сложной формой врождённого поведения являются инстинкты. **Инстинкт** представляет собой цепочки последовательно сменяющих друг друга безусловных рефлексов, позволяющих обеспечивать важнейшие жизненные потребности: питание, размножение и др. Например, у птиц врождённо присутствуют инстинкты, позволяющие им в соответствующее время года найти себе пару, построить гнездо, отложить яйца, высидеть птенцов, выкормить их и обучить целому набору необходимых им навыков.

У многих животных существует **запечатление** (*импринтинг*)— свойство только что появившихся на свет особей этого вида запоминать своих родителей, отличительные признаки объектов. Например, вылупившиеся утята, гусята, цыплята считают своей мамой то движущееся существо, которое увидят первым, и старательно следуют за ним. Периоды импринтинга есть и у человека. Если в этот период ребёнок воспитывался, например, волками, то он никогда не сможет стать полноценным членом человеческого общества, не овладеет речью, письмом и хотя бы частично сохранит повадки волка на всю жизнь.

Программы приобретённого поведения. Наиболее простые программы приобретённого поведения строятся на основе условных рефлексов: животное обучается спасаться от врагов, находить те места, где больше пищи, укрываться от непогоды. Но нельзя всё приобретённое в течение жизни поведение сводить к выработке условных рефлексов. Ведь умная собака прекрасно понимает, что не нужно попадать под колёса автомашины или мотоцикла, хотя ни разу ещё в такую опасную ситуацию не попадала и условный реф-

лекс выработаться не мог. Да и любой владелец собаки или кошки приведёт вам множество примеров того, что его любимец прекрасно соображает. Действительно, исследователи доказали, что многие животные обладают элементами рассудочной деятельности. Леонид Викторович Крушинский и его сотрудники очень много сделали для того, чтобы сравнить «смекалку» различных видов животных, и показали, например, что воро́ны обладают рассудочной деятельностью в не меньшей степени, чем собаки. Но самыми разумными животными являются некоторые виды обезьян и дельфинов.

Моя лаборатория

Леонид Викторович Крушинский (1911—1984) — член-корреспондент АН СССР, лауреат Ленинской премии, профессор МГУ им. М.В. Ломоносова. Он оставил богатое научное наследие в различных областях биологии, в том числе в физиологии высшей нервной деятельности и этологии — науке о поведении животных.

Результаты исследований Л В. Крушинского нашли практическое применение, например, при создании экспресс-метода отбора и дрессировки служебных собак для минно-разыскной, противотанковой и санитарной служб во время Великой Отечественной войны.

Центральное место в его творчестве занимает учение об элементарной рассудочной деятельности животных.



1. Какие виды врождённых программ поведения вы знаете?
2. Что такое запечатление, или импринтинг?
3. Что является основой формирования программ приобретённого поведения?

@ Используя дополнительную литературу, подготовьте доклады о проявлениях рассудочной деятельности у животных.

Инстинкт. Запечатление.

ПОДУМАЙТЕ! Какое биологическое значение имеет формирование наследственных и приобретённых программ поведения?

§ 52. СОН И БОДРСТВОВАНИЕ

ВСПОМНИТЕ

1. Что такое электроэнцефалография?
2. Каковы оптимальные условия для засыпания человека?

Основные контакты с внешним миром человек осуществляет в бодрствующем состоянии, которое характеризуется достаточно высоким уровнем электрической активности мозга. **Сон** — это особое состояние мозга и всего организма в целом, характеризующееся расслаблением мышц, слабой реакцией на внешние раздражители.

Для того чтобы возникло состояние сна, в мозге вырабатывается ряд особых веществ. Одним из таких веществ, необходимых для засыпания, является *серотонин*, вырабатываемый нейронами центральной части среднего мозга. Если в ходе эксперимента у животных разрушали эту область мозга, то они лишались возможности спать. Да и у людей после тяжёлых электротравм изредка исчезает потребность во сне.

Сон и его фазы. При регистрации электрических сигналов мозга можно заметить, что период сна неоднороден (рис. 69). Он разбивается на несколько циклов, повторяющихся приблизительно каждые 90 минут. Во время полного цикла период медленных и низкоамплитудных электрических колебаний на электроэнцефалограмме сменяется периодом, когда отмечаются быстрые волны. В это время наблюдаются быстрые движения глаз, сокращения мимической мускулатуры, движения пальцев. В эту фазу человек видит **сновидения.** В течение ночи обычно бывает 4—6 полных циклов.

Глубина сна

Биоэлектрическая активность мозга

Периоды быстрого сна

Рис. 69. Фазы сна

Значение сна. На вопрос, зачем нужен сон, однозначного ответа не существует. По-видимому, во время сна происходит восстановление мембран нейронов, которые были повреждены во время интенсивной деятельности в состоянии бодрствования. Кроме того, во время сна происходит выработка и доставка к месту их использования многих химических регуляторов деятельности мозга.

Сновидения. На вопрос, зачем нам нужны сновидения, также пока нет ответа. По одной теории, во время сновидений происходит пересортировка информации, полученной в период бодрствования, и решается вопрос, что помнить, а что забыть. А вот психолог З. Фрейд предположил, что в снах выражаются те идеи и побуждения, которые во время бодрствования скрыты в подсознании человека.

Расстройства сна. Наиболее часто встречающимся расстройством сна является **бессонница**. Причём обычно бессонница — вторичная проблема, и устранять надо причину. Например, перестать пить кофе за несколько часов до сна. Очень часто пожилые люди, жалующиеся на бессонницу, на самом деле спят совершенно достаточно, так как любят подремать час-другой днём, а с возрастом потребность в сне всё время снижается.

Моя лаборатория

В мире животных выявлена следующая закономерность: чем меньше животное, тем больше оно спит. Землеройки, мыши, кошки спят бо́льшую часть своей жизни, а вот слоны, жирафы, крупные антилопы спят совсем немного. Тем не менее спать должны все. Лишение сна приводит к смерти гораздо быстрее, чем лишение пищи. Сколько же должен спать человек? С одной стороны, до 4 лет большинство детей спит по 12 часов, а взрослому человеку в среднем необходимо спать ночью 8 часов, хотя есть люди, которым мало и 10 часов. С другой стороны, император Наполеон спал не более 2—3 часов в сутки.



1. Чем характеризуется состояние бодрствования человека?
2. Что такое сон?
3. Какие периоды различают в полном цикле ночного сна человека? Чем они характеризуются?
4. Что такое бессонница? Что может её вызывать?

Сон. Бессонница. Сновидения.

ПОДУМАЙТЕ! Почему чередование сна и бодрствования считают необходимым условием жизни человека?

§ 53. ОСОБЕННОСТИ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

ВСПОМНИТЕ

1. Что такое высшая нервная деятельность?
2. Что такое поведение и потребности?
3. Какое значение имело для эволюции человека формирование речи и письменности?

Как было сказано выше, поведение направлено на то, чтобы реализовать имеющиеся на этот момент потребности. И у животных, и у человека врождённо имеются базовые потребности в пище, воде, в общении с себе подобными. Если эти потребности не удовлетворять, то ни животное, ни человек жить не сможет. В течение жизни у человека формируются ещё и вторичные потребности (желание красиво одеваться, слушать любимую музыку и др.). Вторичные потребности могут быть очень разнообразными, и зависят они и от индивидуальных особенностей человека, и от той среды, которая его окружает в жизни, и от материальных возможностей. Потребности могут быть и материальными (желание полакомиться тортом), и духовными (желание пойти на новую выставку живописи, тяга к сочинению стихов или музыки).

Познавательная деятельность. Способности к познавательной деятельности у человека неизменно выше, чем у животных. Конечно, высокая способность к познавательной деятельности передаётся человеку с генетическим материалом от предков, но в то же время огромное влияние оказывает и окружающая ребёнка среда. Так, ребёнок, выращенный волками, никогда не сможет обладать потребностями и способностями нормального человека, хотя его генетический материал находится в полном порядке.

Речь. В своей жизни животные реагируют только на те предметы и явления, которые они могут почувствовать через свои анализаторы: обонятельный, зрительный, слуховой и др., то есть посредством первой сигнальной системы. Люди же, в отличие от животных, пользуются ещё и речью — второй сигнальной системой. *Сигнальной системой* называют комплекс условно- и безусловнорефлекторных связей центральной нервной системы человека и животных с окружающей их средой.

Устная и письменная речь позволяет человеку делиться информацией с другими людьми, передавать свои знания следующим поколениям, что делает непрерывным развитие науки, техники, культуры. Речь состоит из слов, каждое из которых обозначает какое-то понятие: предмет, действие или признак предмета. С помощью слов люди могут выражать очень сложные ощущения, опи-

сывать какие угодно процессы. Это связано с тем, что человек способен формировать отвлечённый от обстоятельств образ. Например, сейчас вы прочитаете слово «лимон». При этом вы представите, какой он (жёлтый, сочный и кислый) и как вы морщились, когда его ели. Усиление секреции слюны в вашей ротовой полости и есть проявление работы второй сигнальной системы.

Эмоции — это те переживания, в которых проявляется отношение человека к себе и к происходящему в окружающем его мире. В основе эмоций лежит активация систем специализированных мозговых структур, приводящая к изменению поведения с целью ослабить (отрицательная эмоция) или усилить (положительная эмоция) испытываемое состояние. Если вероятность добиться достижения какой-либо желаемой потребности мала, то возникают отрицательные эмоции (тревога, страх, разочарование). Если же какая-либо желаемая потребность успешно достигается, то возникают положительные эмоции (наслаждение, радость, удовольствие).






Рис. 70. Мимика человека

Важнейшим материальным субстратом эмоций являются структуры лимбической системы мозга (см. с. 185), о чём уже говорилось выше. Эмоции очень ярко выражаются в жестах человека и его мимике. Общаясь при помощи слов, любой человек невольно дополняет содержание своей речи целым рядом сигналов. В гневе люди сжимают кулаки и искривляют рот, а при удивлении разводят руки и приподнимают брови. Жестикуляция и мимика придают бóльшую значимость словам и помогают правильно понять мысли собеседника (рис. 70).

Сознание и мышление человека. Высшей функцией человеческого мозга является **сознание**, которое представляет отражение в мозге окружающей действительности. Это отражение может формироваться из слов, зрительных образов, математических знаков и др. Именно эти образы формируют совокупность сведений, которыми обладает человек и которые мы называем знаниями.

Мышление — способность человека представить и передать другим людям своё отношение к происходящему при помощи слов и образов. Мышление является одной из главных функций человеческого мозга.

В основе сознания и мышления лежит процесс постоянного анализа огромного объёма информации, поступающей как из внешней среды через органы чувств, так и от внутренних рецепторов, реагирующих на малейшие изменения во внутренней среде организма.

Индивидуальные особенности ВНД человека. Типы ВНД. Иван Петрович Павлов обратил внимание на то, что высшая нервная деятельность характеризуется несколькими параметрами нервных процессов: силой, уравновешенностью и подвижностью.

Сила нервных процессов определяет работоспособность нервной системы и её возможность противостоять утомлению. Уравновешенность характеризует баланс между возбуждением и торможением. Подвижность оценивает способность нервной системы менять своё состояние, то есть переходить от возбуждения к торможению или наоборот.

Различные варианты сочетаний этих свойств позволяют выделить несколько типов высшей нервной деятельности. Всего выделяют четыре таких типа.

Холерик — тип легковозбудимый, эмоциональный, общительный. Холерика отличают высокий уровень активности, энергичные действия, сильные и ярко выраженные эмоциональные переживания. Для него характерна несдержанность, вспыльчивость в конфликтных ситуациях.

Сангвиник — тип спокойный, устойчивый, чувственный, доверчивый, с хорошо развитым вниманием и работоспособностью, максимально высоким уровнем исследовательской активности. Он подвижен, общителен, быстро отзывается на события, легко переживает неудачи и неприятности.

Флегматик — тип малоэмоциональный, малообщительный, малоподвижный, с хорошо развитым вниманием и работоспособностью. Его отличает низкий уровень поведенческой активности, он медлителен, спокоен, ровен. Характерно постоянство чувств и настроений. Процесс изменения привычек и навыков у флегматика затруднён.

Меланхолик — тип легковозбудимый, малообщительный, неуверенный в себе. Отличается сниженным уровнем двигательной и речевой активности, эмоциональной ранимостью. Склонен к глубоким внутренним переживаниям. Меланхоликам в наибольшей степени свойственны нестандартные ходы воображения и мышления, различные проявления творческих процессов.

Интеллект. Для того чтобы попытаться оценить умственные способности человека, пользуются понятием «интеллект».

Интеллект характеризуется тремя основными чертами. Во-первых, это способность познавать, исследовать окружающий мир. Во-вторых, это свойство, присутствующее во всех видах умственной деятельности, а не одна какая-то способность. И в-третьих, это преимущественно врождённое качество, достающееся (или не достающееся) нам от предков, а окружающая среда и личный опыт влияют на степень интеллекта в меньшей степени.

Учёные предлагают разделить интеллект на три категории. Первая — технические способности, то есть умение использовать орудия труда, приспособления и т. п. Вторая — общественные способности, то есть умение контактировать и общаться с людьми. Третья — умение пользоваться символами, то есть цифрами, буквами, обозначениями, а также научными понятиями. Некоторые психологи выделяют ещё и творческие способности как отдельную категорию.

Моя лаборатория

Для **количественной оценки интеллекта** у детей чаще всего пользуются тестами, позволяющими определить так называемый IQ (от англ. *intelligence quotient*). У среднего человека IQ равен приблизительно 100. У 25% людей этот коэффициент ниже 90 и у стольких же выше 110. Если IQ ниже 70, то таких людей причисляют к слабоумным. Их в обществе около 15%, то есть совсем даже немало. А вот 2% людей имеют IQ 130—140, и их способности признаются блестящими.

Интересно, что зачатки второй сигнальной системы обнаружены у многих высокоразвитых животных: собак, китообразных, попугаев и др. Они способны усвоить значения большого количества слов, но членораздельно произносить слова и фразы не могут.

1. Чем потребности человека отличаются от потребностей животных?
2. Какое значение для человека имеет познавательная деятельность?
3. Какова роль речи в жизни человека?
   Что такое сознание и мышление и что лежит в их основе?
4. От чего зависят индивидуальные особенности ВНД человека?
5. Каковы основные черты интеллекта человека?

@ Охарактеризуйте известные вам типы ВНД.

Эмоции. Речь. Познавательная деятельность. Мышление. Сознание. Холерик. Сангвиник. Флегматик. Меланхолик. Интеллект.

ПОДУМАЙТЕ! Почему некоторые люди в процессе общения интенсивно жестикулируют?

ВЫВОДЫ К ГЛАВЕ 12

Высшая нервная деятельность (ВНД) лежит в основе поведения человека и обеспечивает наиболее эффективное взаимодействие организма с окружающей средой. Термин ВНД был введён в науку И. П. Павловым. Учение о рефлекторном принципе деятельности организма было разработано И. М. Сеченовым. И. П. Павлов доказал, что следует различать безусловные и условные рефлексы.

Мотивации делают поведение целенаправленным, и действуют они или на основе наследственных поведенческих программ, или на основе накопленного ранее жизненного опыта.

Формирование условных рефлексов, хранение любых видов информации невозможно без наличия и хорошей памяти, и способности к обучению. Человек запоминает не только те раздражители, которые действуют на него, но и те ощущения, эмоции, которые они вызывают. Только благодаря памяти человек может приобретать, сохранять и использовать индивидуальный опыт.

Высшими функциями человеческого мозга являются сознание и мышление. Для того чтобы оценить умственные способности человека, пользуются понятием «интеллект».

Высшая нервная деятельность различается по нескольким параметрам: силе оценить умственные способности, уравновешенности, подвижности нервных процессов. Различные варианты сочетаний этих свойств позволяют выделить несколько типов высшей нервной деятельности: холерик, сангвиник, флегматик и меланхолик.

Размножение и развитие человека



Человек, как и любое живое существо, способен к воспроизводству себе подобных, то есть к размножению. В процессе размножения от родительских особей к детям передаются признаки, называемые наследственными. Интересно протекают у человека процессы роста и развития, на осуществление которых значительное влияние оказывают как наследственность, так и условия окружающей среды.

ВЫ УЗНАЕТЕ

— об особенностях размножения (воспроизводства) человека;
— о наследовании признаков у человека;
— о роли генетических знаний в планировании семьи;
— о наследственных болезнях человека, их причинах и предупреждении;
— о ВИЧ-инфекции и её профилактике;
— о росте и развитии человека в эмбриональный период и после рождения.

ВЫ НАУЧИТЕСЬ

— измерять свои массу и рост;
— характеризовать особенности строения половой системы мужчины и женщины.

§ 54. ОСОБЕННОСТИ РАЗМНОЖЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА

ВСПОМНИТЕ

1. Что такое размножение и каково его биологическое значение?
2. Каковы особенности размножения у млекопитающих животных?

Важнейшим жизненным свойством, характерным для всех живых организмов, является размножение, или **репродукция** (от лат. *продукцио* — производство), — воспроизведение себе подобных. Человек, как и все млекопитающие, является существом раздельнополым, и для него свойственно размножение при помощи половых клеток — *половое размножение*. При половом размножении происходит слияние мужской и женской половых клеток, в результате чего новый организм получает от родителей характерную для него **генетическую информацию.**

Все особенности, делающие нас именно людьми, передаются из поколения в поколение при помощи **генов**. Каждый ген представляет собой участок сложного химического соединения — **дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК)**. Она является основой ядерных структур клеток — хромосом.

В ядрах большинства клеток тела человека — *соматических клеток* — насчитывается 46 хромосом (двойной набор, $2n$), из которых 23 он получает от матери и столько же от отца. Половые клетки, которые образуются в половых железах, содержат одинарный, то есть уменьшенный вдвое, набор хромосом (n).

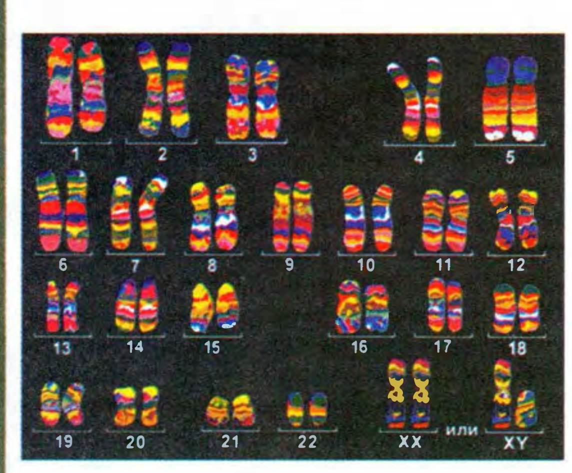


Рис. 71. Хромосомный набор человека

Хромосомы в каждой из 22 пар, получаемых от родителей, одинаковы по своему внешнему виду, а одна пара различается у мужчин и женщин. Эти хромосомы называются половыми. У женщин в каждой клетке содержатся одинаковые **половые хромосомы.** Их называют *X-хромосомами*. У мужчин одна половая хромосома такая же, как и у женщин (X), а другая имеет иную форму и размеры и называется *Y-хромосомой* (рис. 71).

И в хромосомах, доставшихся ребёнку от матери, и в хромосомах, доставшихся от отца, есть пары генов, определяющие любой признак человека, например гены, кодирующие цвет глаз. При этом если ребёнку достался от мамы ген кареглазости, а от папы — голубоглазости, то глаза у ребёнка будут, скорее всего, карими, так как ген карих глаз подавляет ген голубых глаз.

То, что каждый признак закодирован двумя родительскими генами, очень важно. Ведь в случае повреждения генов одного родителя (например, в результате радиационного облучения) признаки, полученные ребёнком, могут нормально развиваться за счёт здоровых генов второго родителя. В случае, когда дефектными являются оба гена, полученные от родителей, возникают различные *генетические отклонения*. Они часто приводят к развитию заболеваний, которые могут закончиться гибелью нового организма.

Современные микроскопы позволяют хорошо видеть хромосомы в ядрах клеток. Если число хромосом в клетках человека больше или меньше 46 или хромосомы имеют ненормальную форму, то вероятность рождения ребёнка с **генетическими заболеваниями** очень высока.

Ещё одним методом изучения генетики человека является составление родословной. В процессе составления *родословного древа* осуществляется сбор информации о заболеваниях, которыми страдали представители нескольких поколений данного семейства. Именно при помощи этого метода было определено, как наследуется гемофилия в королевских семьях Европы.



1. Чем половые клетки человека отличаются от соматических клеток?
2. Что получает ребёнок от своих родителей в результате слияния их половых клеток?
3. Какое биологическое значение имеет то, что каждый формирующийся у нового организма признак кодируется не одним геном, а парой, полученной от обоих родителей?
4. Какие генетические отклонения могут привести к проявлению генетических заболеваний человека?

!

Ген. Репродукция. Генетическая информация. Дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК). Половые хромосомы. Генетические заболевания.

ПОДУМАЙТЕ! Почему каждому человеку важно знать свою родословную?

§ 55. ОРГАНЫ РАЗМНОЖЕНИЯ. ПОЛОВЫЕ КЛЕТКИ. ОПЛОДОТВОРЕНИЕ

ВСПОМНИТЕ

1. В чём преимущества полового размножения?
2. Какое биологическое значение имело возникновение у животных внутреннего оплодотворения?

Как вам уже известно, пол человека определяется совокупностью анатомических, генетических, физиологических и других признаков, отличающих мужской организм от женского. В норме пол человека определяется по *первичным половым признакам*, обусловленным особенностями анатомического строения органов размножения. Различают *наружные* и *внутренние органы размножения*, составляющие основу репродуктивной системы человека, различающейся у мужчин и женщин.

В состав **мужской половой системы** входят половые органы: внутренние (семенники, семявыносящие протоки, предстательная железа, семенные пузырьки) и наружные (половой член и мошонка) (рис. 72, *а*). Мужские половые железы — семенники (яички) являются парными органами и расположены в мошонке — кожно-мускульном мешочке.

Расположение яичек вне полости тела связано с тем, что нормальное созревание сперматозоидов происходит только при пониженной температуре (~ 35 °С). *Семенник* состоит из *семенных канальцев*, в которых с периода половой зрелости и практически до конца жизни мужчины в огромных количествах образуются *сперматозоиды*. Зрелые сперматозоиды выталкиваются сокращением гладких мышц из семенника в семявыводящий проток, а затем смешиваются с веществами, вырабатываемыми простатой и семенными пузырьками, образуя *сперму*, или семенную жидкость. Наружу сперма поступает по мочеиспускательному каналу, проходящему внутри *полового члена*. Сперматозоиды очень малы и состоят из головки, шейки и жгутика (рис. 72, *б*).

Рис. 72 Мужская половая система (*а*) и строение сперматозоида (*б*)

Женская половая система включает в себя внутренние (яичники, яйцеводы, матка и влагалище) и наружные (большие и малые половые губы, клитор) половые органы (рис. 73). Женские половые железы — *яичники* — парные и расположены в брюшной полости.



Рис. 73. Женская половая система

Предшественники яйцеклеток закладываются в организме будущей девочки ещё во время её эмбрионального развития, а их созревание происходит в *граафовых пузырьках* яичников. Полной зрелости достигают лишь 300—400 яйцеклеток. Период, в течение которого женщина способна к размножению, длится около 30 лет, после чего активность яичников постепенно прекращается.

В среднем раз в 28 дней стенка яичника разрывается в том месте, где изнутри к ней прилежит граафов пузырёк, и яйцеклетка выходит в брюшную полость, откуда через бахромчатую воронку попадает в *яйцевод* (маточную трубу). Этот процесс называется *овуляцией*. Момент овуляции сопровождается повышением температуры в прямой кишке на 0,5 °С. Обычно овуляция происходит поочерёдно то в левом, то в правом яичнике.

В то же время на месте лопнувшего пузырька развивается временная железа внутренней секреции — *жёлтое тело*, которая вырабатывает гормон прогестерон. Если яйцеклетка будет оплодотворена, то есть наступит беременность, то прогестерон будет обеспечивать протекание беременности. Если же беременность не наступила, то жёлтое тело на 13—14-й день после овуляции прекращает выделение прогестерона и разрушается. В это время разросшаяся под действием прогестерона слизистая оболочка матки отторгается, при этом лопаются довольно крупные кровеносные сосуды, начинается *менструация* (рис. 73). 77—78

Яйцеклетка, попав в яйцевод, начинает продвигаться по направлению к матке за счёт сокращения гладких мышц яйцевода, а также движения ресничного эпителия его стенок. В яйцеводе происходит окончательное созревание яйцеклетки, и здесь она может быть оплодотворена сперматозоидом. Если оплодотворения не происходит, то яйцеклетка выходит в полость матки, где разрушается.

Оплодотворение — процесс, в результате которого сперматозоид сближается с яйцеклеткой и их ядра, в каждом из которых нахо-

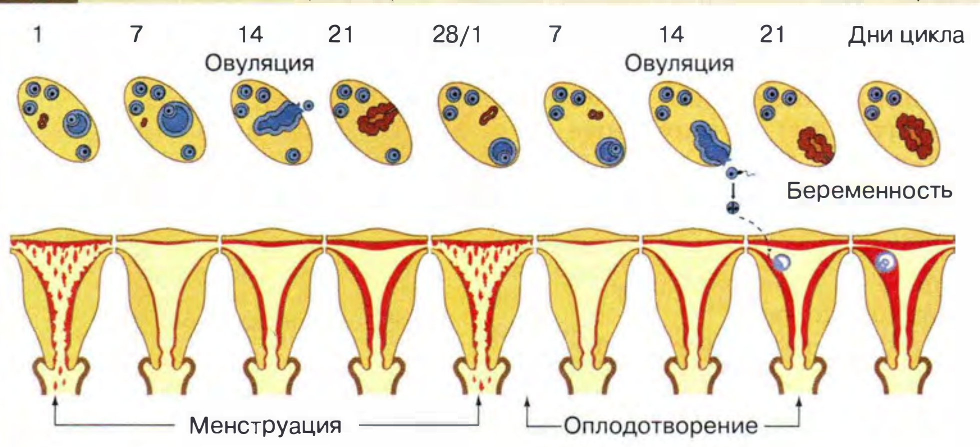


Рис. 74. Менструальный цикл

дится по 23 хромосомы, сливаются в единое целое. Клетку, образовавшуюся в результате оплодотворения, называют **зиготой**. Её ядро содержит 46 хромосом. Зигота, многократно делясь, даёт начало новому организму.

Оптимальные сроки для оплодотворения — 12 часов после овуляции. При одном выбросе сперматозоидов (эякуляции) во влагалище попадает около 200 млн сперматозоидов, однако в полость матки их проникает гораздо меньше, и лишь несколько сотен доходят по яйцеводу до спускающейся им навстречу яйцеклетки. Множество сперматозоидов окружают яйцеклетку, и поверхность их головок вступает в контакт с её оболочками. При этом сперматозоиды выделяют фермент, увеличивающий проницаемость оболочек яйцеклетки. Наконец ядро одного сперматозоида проникает в цитоплазму яйцеклетки и вокруг неё образуется особая оболочка, препятствующая проникновению ядер других сперматозоидов.

Контрацепция. Размножение — обязательное свойство всех живых организмов. У большинства животных размножение носит сезонный характер и новое поколение появляется в тот момент, когда его легче прокормить. Человек же готов к размножению постоянно: с момента полового созревания и до старости. Для того чтобы держать процесс размножения под контролем, люди прибегают к контрацепции. Контрацепция — это предотвращение беременности. Она предполагает половые сношения без зачатия ребёнка.

Вопрос о контрацепции очень личный, и многие люди по религиозным или каким-либо иным мотивам отвергают применение контрацептивных средств. Однако контрацепция появилась очень давно.

Моя лаборатория

Методы контрацепции. Один из естественных методов контрацепции иногда называют календарным. В среднем яйцеклетка выходит из пузырька за 14 дней до начала менструации и сохраняет жизнеспособность около суток. Активность сперматозоидов сохраняется максимально 5 суток. Поэтому отказ от половых сношений в течение 6 дней до и 3 дней после овуляции делает оплодотворение теоретически невозможным.

Широкое распространение получили внутриматочные средства контрацепции, которые вводят в полость матки, — спирали. Они не могут препятствовать оплодотворению, но не дают оплодотворённой яйцеклетке внедриться в стенку матки и продолжить развитие.

Барьерные контрацептивы, наверное, самые древние. Их задача — установить непроницаемый барьер между яйцеклеткой и сперматозоидом. Самые известные из этих средств — презервативы. Помимо защиты от нежелательной беременности, они являются единственным надёжным средством, позволяющим избежать заражения болезнями, передающимися половым путём, в том числе СПИДом.

Гормональные противозачаточные средства изменяют работу гормональных желёз, и овуляция не происходит. А раз из фолликула не выходит зрелая яйцеклетка, то сперматозоидам оплодотворять нечего.



1. Что составляет основу репродуктивной системы человека? В чём заключаются её различия у мужчин и женщин?
2. Что такое овуляция и какие процессы её сопровождают?
3. Где происходит оплодотворение? Каковы условия его осуществления?
4. Какой процесс происходит в организме женщины, если оплодотворения яйцеклетки не произошло?

Мужская и женская половые системы. Оплодотворение. Зигота. Контрацепция.

ПОДУМАЙТЕ! Почему людям репродуктивного возраста важно держать процесс размножения под контролем и что для этого нужно?

§ 56. БЕРЕМЕННОСТЬ И РОДЫ

ВСПОМНИТЕ

1. Что такое развитие?
2. Какие этапы развития различают у млекопитающих животных?

Наступление беременности неразрывно связано с целым рядом физиологических изменений, происходящих в организме будущей матери, что и формирует признаки беременности. Принято различать объективные и субъективные, достоверные и косвенные признаки беременности. Субъективные, то есть основанные на внутренних ощущениях, признаки принято считать вероятными, так как они могут свидетельствовать о некоторых заболеваниях и других состояниях организма женщины. Наиболее точную информацию можно получить только во время консультации врача-*гинеколога*.

Беременность — это состояние женщины, в организме которой развивается будущий ребёнок. На время беременности прекращается созревание новых яйцеклеток и менструация. В организме женщины происходят гормональные перестройки, значительные изменения во всех процессах обмена веществ, вырабатываются вещества, необходимые для нормального развития зародыша. Во время беременности возрастают нагрузки на все системы органов женщины: опорно-двигательную, кровеносную, выделительную и др. Поэтому в этот период будущая мать должна избегать тревог, повышенных нагрузок, хотя ходьба, длительное пребывание на свежем воздухе очень полезны и для женщины, и для ребёнка, которого она вынашивает. Пища должна быть легкоусвояемой и не вызывать сильного брожения в кишечнике. Исключается употребление в пищу алкоголя, острых приправ и других веществ, которые могут, проникая через плаценту в зародыш, привести к нарушениям или замедлению его развития. Беременным категорически противопоказано курение, которое может привести к появлению на свет новорождённого с развитой уже в утробе матери тягой к курению. У курящих матерей дети рождаются ослабленными, страдающими рядом расстройств нервной деятельности, сердечно-сосудистой и других систем. В дальнейшем такие дети начинают отставать в развитии от своих сверстников.

Развитие зародыша человека. Период развития зародыша человека внутри материнского организма называют **эмбриональным**. Этот период продолжается от момента оплодотворения до рождения ребёнка и составляет около 280 суток (40 недель). После оплодотворения зигота с двойным набором хромосом примерно сутки «отдыхает». Затем прямо в маточной трубе начинается процесс

дробления. Зигота начинает делиться, но таким способом, при котором число хромосом в ядре каждой клетки не уменьшается, а остаётся равным 46. К моменту выхода из яйцевода в полость матки (через 6 суток после оплодотворения) микроскопический зародыш состоит из 30—32 клеток. Ещё через сутки он прикрепляется к стенке матки, происходит так называемая *имплантация*. Там, где зародыш прикрепился к матке, начинается образование плаценты. **Плацента** представляет собой диск, часть которого образуется из слизистой оболочки матки (материнская часть), а часть — из клеток зародыша (детская часть). В плаценте кровь матери и плода не смешивается, и обмен происходит через тончайший эпителий сосудов. Через 8 недель зародыш становится **плодом**, связанным с плацентой и организмом матери через пупочный канатик, или **пуповину** (рис. 75).

Всё время внутриутробного развития плод получает из крови матери питание, кислород, гормоны и т. п.; в обратном направлении, из плода в организм матери, проходят продукты обмена, предназначенные для выделения. Кроме того, плацента является временной железой внутренней секреции: её клетки выделяют гормоны, необходимые для нормального течения беременности.

Далеко не сразу эмбрион становится похожим на маленького человечка. Ведь во время внутриутробного развития человек, как и все другие млекопитающие, проходит путь развития своего биологического вида: сначала он похож на ланцетника, затем напоминает маленькую рыбку, потом появляются черты земноводных и рептилий. Но эти превращения происходят довольно быстро, и к началу шестой недели с момента оплодотворения эмбрион выглядит как маленький человечек, хотя его длина лишь немного превышает 1 см. Позвоночник пока ещё хрящевой, но на ручках и ножках уже есть пальцы, сердце начинает биться. К концу восьмой недели заканчивается закладка всех органов, начинается образование всех систем: кровеносной, пищеварительной, нервной, выделительной. В этот период зародыш имеет массу 5 г и длину около 4 см. Начиная с девятой недели и до сороковой, когда беременность



Рис. 75. Беременность



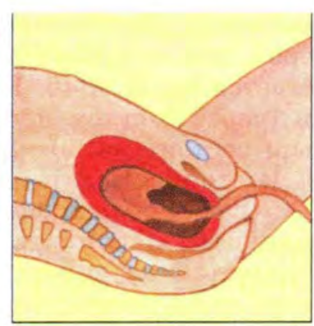


Рис. 76. Роды

заканчивается родами, происходит развитие и рост всех систем плода. На пятом месяце беременности мать уже ощущает движения плода, хотя двигаться он начинает несколько раньше. К моменту завершения эмбрионального периода, то есть к родам, плод имеет массу около 3 кг и длину около 50 см. Период внутриутробного развития заканчивается родами.

Роды. Растущий плод постоянно растягивает стенки матки, а к концу беременности он обычно переворачивается и располагается головой вниз (рис. 76). Для того чтобы ребёнок смог появиться на свет, необходимо, чтобы таз женщины несколько расширился, а шейка матки раскрылась. Оболочка, окружающая плод, лопается, и начинаются периодические сокращения матки — родовые схватки. Женщина, которую в этот момент её жизни называют роженицей, помогает схваткам, сокращая мышцы живота и диафрагмы. Эти сокращения называют потугами. В результате напряжённой работы мышц ребёнок проходит шейку матки, влагалище и происходит его рождение. Когда голова ребёнка выходит из родовых путей, происходит первый вдох, лёгкие ребёнка наполняются воздухом, и с этого момента он дышит самостоятельно, а не получает кислород из материнской крови через плаценту. Процесс родов требует от матери огромных усилий и затрат энергии. Вслед за ребёнком выходит и часть плаценты, отсоединяющаяся от стенки матки без разрывов крупных кровеносных сосудов. Пуповину перерезают, и её остаток быстро засыхает и отпадает, оставляя лишь небольшой рубец, который мы называем пупком. В это же время молочные железы матери начинают вырабатывать молоко — самую лучшую пищу для ребёнка, созданную природой в процессе эволюции. Молоко содержит абсолютно все вещества, необходимые для нормальной жизни и быстрого развития ребёнка. Кроме того, вещества, содержащиеся в молоке, предохраняют детский организм от многих инфекционных заболеваний.

Моя лаборатория

У женщины может возникнуть ощущение, что она беременна. На эту мысль наводят косвенные признаки беременности, среди которых самые главные: отсутствие менструации; увеличение в размерах молочных желёз с болезненными проявлениями; появление тошноты, рвоты, головокружения; увеличение веса; переменчивость настроения; повышение чувствительности к слабым запахам; изменение аппетита; увеличение частоты мочеиспусканий. При этом объективные и достоверные признаки беременности могут быть установлены и констатированы только врачом.

При задержке менструации на два дня и более женщине стоит воспользоваться тестом для диагностики беременности. Он очень прост в применении и практически достоверен. Достоверность теста будет выше, если убедиться, что срок его годности не истёк, и провести исследование более двух раз. Несмотря на внешние различия тестов, в основе их лежит реакция на специфический гормон (*хорионический гонадотропин* — ХГ), который обычно начинает вырабатываться в организме женщины при задержке менструации. Сам гормон и продукты его распада можно обнаружить в моче. Для исследования обычно берут утреннюю порцию мочи. Если есть сомнения в результатах теста, то можно сдать анализ мочи в лабораторию.



1. Что такое беременность и каковы её основные признаки?
2. Каковы основные условия нормального протекания беременности?
3. Какова роль плаценты в период беременности?
4. Что происходит с роженицей в период родов?

@ Охарактеризуйте особенности внутриутробного развития человека.

Беременность. Эмбриональное развитие. Плацента. Плод. Пуповина. Роды.

ПОДУМАЙТЕ! Какое значение для биологической науки имеет установление того факта, что зародыш человека на ранних стадиях, как и все другие млекопитающие, проходит ускоренный путь развития своего биологического вида?

§ 57. РОСТ И РАЗВИТИЕ РЕБЁНКА ПОСЛЕ РОЖДЕНИЯ

ВСПОМНИТЕ

От чего зависят особенности развития детёнышей млекопитающих животных после их рождения?

Для установления особенностей развития ребёнка после рождения выделяют несколько возрастных периодов. Наиболее целесообразным считается такое деление развития ребёнка на периоды, при котором учитывается совокупность его анатомо-физиологических особенностей и условий жизни, воспитания и обучения.

Различают следующие возрастные периоды: новорождённость (первые 2—3 недели жизни); грудной (до года); ясельный (от 1 года до 3 лет); дошкольный (от 3 до 7 лет); школьный, включающий младший (от 7 до 10 лет), средний (от 11 до 14 лет) и старший — подростковый (от 14 до 18 лет).

Новорождённость. Грудной период. Новорождённым ребёнок считается первые 10—30 дней своей жизни, а затем его называют грудным, подчёркивая этим его зависимость от питания грудным молоком матери (рис. 77). Грудной возраст условно продолжается до года. За это время увеличивается рост и масса тела, объём мозга, в частности мозжечка. Ребёнок овладевает всё более сложными движениями. К трём месяцам он должен держать голову, а к шести — ползать и самостоятельно садиться. Обычно к годовалому возрасту ребёнок овладевает навыками ходьбы. Одновременно он начинает говорить.

Ясельный период. В раннем детстве (1—3 года) скорость роста ребёнка несколько замедляется, но зато активно формируется мышление и речь. К концу этого периода словарный запас может составлять 500—600 слов. Ребёнок стремится во всём подражать находящимся рядом с ним взрослым, он активно исследует окружающий мир. Он становится способным совершать тонкие движения, овладевает довольно сложными двигательными программами. Если период раннего детства протекает в плохих условиях (ребёнком мало занимаются, не обращают на него внимания), то это обязательно приводит к нарушениям его физического и психического развития.



Рис. 77. Грудной период

Дошкольный период. Этот период условно продолжается от 3 до 6 лет. В это время дети быстро развиваются, общаясь во время игр со своими сверстниками (рис. 78). Активно развивается мозг, совершенствуется абстрактное мышление и внутренняя речь. Многие дети овладевают чтением и зачатками письма.

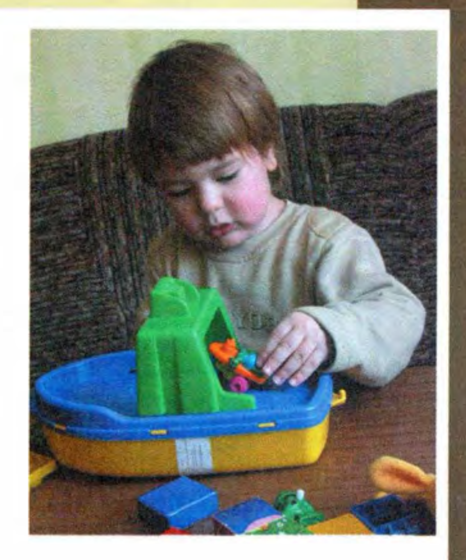


Рис. 78. Дошкольный период

Школьный период (рис. 79). Этот возрастной период (7—18 лет) характеризуется очень большими изменениями, ребёнок превращается во взрослого человека. В частности, в период 11—15 лет происходит половое созревание, причём в настоящее время наблюдается значительное ускорение и физического, и полового развития — так называемая *акселерация*. В среднем человек стал на 10—12 см выше, чем его предки 100 лет тому назад. Да и грудная клетка заметно увеличила свой объём. Доспехи средневекового рыцаря, которые носили сильные и хорошо тренированные взрослые мужчины, с трудом могут надеть 14—15-летние современные школьники. Причины акселерации поняты не до конца, но считается, что люди стали получать больше полноценных пищевых белков, витаминов.

Половое созревание. Половые железы закладываются ещё в эмбриональном периоде, но мальчики и девочки рождаются с ещё незрелыми семенниками и яичниками, то есть их железы ещё не могут выполнять свои функции по продолжению рода человеческого. Половое созревание начинается у различных людей в разное время. Начало созревания зависит от того, к какому народу принадлежит ребёнок, от условий жизни и многих других факторов. В наше время половое созревание у девочек начинается в 11—13 лет, у мальчиков чуть позже — в 12—13 лет (рис. 80). Половое созревание может зна-



Рис. 79. Школьный период



Рис. 80. Половое созревание

чительно задержаться, например из-за неправильного питания или длительного инфекционного заболевания. В период полового созревания и мальчики, и девочки очень быстро растут и прибавляют в весе. Например, рост может увеличиваться на 20 см в год! Увеличивается размер внутренних органов, возрастает давление крови. Всё это требует больших затрат энергии. Кроме того, нужен кальций для растущих костей, железо для гемоглобина крови и т. д. Иногда кости рук и ног удлиняются так быстро, что мышцы не успевают расти за ними, растягиваются и могут возникнуть болезненные, но не опасные судороги.

Половое созревание определяется деятельностью нейроэндокринной системы и является очень сложным и многосторонним процессом. В результате этого процесса гормоны мальчиков обеспечивают рост полового члена, утолщается кожа мошонки, а в яичках начинается выработка сперматозоидов. Появляются непроизвольные выделения спермы — поллюции — первый признак полового созревания юношей.

Параллельно изменениям в половой системе происходит формирование *вторичных половых признаков*. Увеличивается гортань, и голос делается ниже. Начинается рост волос на лице, груди, лобке, подмышечных впадинах. Оволосение у мальчиков происходит по мужскому типу. Кожа делается более жирной, и на ней могут появиться угри, так как протоки сальных желёз забиваются кожным салом. Меняется форма тела: плечи делаются шире, мышцы мощнее, ноги длиннее. Формируется брюшной тип дыхания: вдох происходит в основном за счёт сокращения мышц диафрагмы живота.

У девочек в период полового созревания наряду с развитием мышечной системы равномерно увеличивается подкожный жировой слой, формируется грудной тип дыхания, то есть вдох происходит в основном за счёт сокращения межрёберных мышц. Кроме того, в этот период быстро развиваются молочные железы и происходит становление менструального цикла. Яичники производят зрелые яйцеклетки, способные к оплодотворению, а также гормоны, необходимые для нормальной деятельности женской половой системы. Голос практически не меняется, оволосение происходит по женскому типу. В результате полового созревания яичники и семенники начинают устойчиво вырабатывать половые клетки.

Моя лаборатория

Подростковый период — важнейшая составляющая школьного периода жизни человека (от 11 до 15 лет). В этот самый короткий по астрономическому времени период через внутренние конфликты с самим собой и с окружающими людьми подросток проходит великий путь в своём развитии. В это время проявляется неустойчивость характера и противоречивость эмоциональных состояний — выраженный психологический дискомфорт, тревога, страхи, ощущение одиночества и т. п.

Он начинает по-новому оценивать свои отношения с семьёй, что часто выражается в отчуждении от всех тех, кто привычно, из года в год оказывал на него влияние. Характерной чертой поведения подростков является стремление освободиться из-под опеки и контроля со стороны взрослых. По крайней мере так это чаще всего воспринимается родителями. На самом деле подросток стремится не столько противостоять взрослым, сколько стать наравне с ним, что, конечно, трудно осуществить при определённой экономической и социальной зависимости.

Легко увидеть сходство в поведении подростка и трёхлетнего малыша: всё те же упрямство, негативизм, строптивость, своеволие. Тогда он не хотел ходить за руку со взрослым, желая утвердить право на самостоятельность, сейчас для него важно признание своего достойного положения в обществе и самостоятельности.



1. Какие этапы развития проходит человек после рождения?
2. Каковы особенности развития детей в грудном возрасте?
3. Что может привести к нарушениям в развитии ребёнка в ранний детский период?
4. Каково значение игры в развитии детей?
5. Что такое акселерация?

@ Охарактеризуйте особенности развития детей и подростков в школьный период.

Новорождённость. Грудной, ясельный, дошкольный, школьный периоды. Половое созревание.

ПОДУМАЙТЕ! От чего может зависеть длительность периода полового созревания? Какие негативные явления, связанные с поведением подростка, могут сопровождать этот процесс?

ВЫВОДЫ К ГЛАВЕ 13

Человек, как и любое живое существо, способен к воспроизводству себе подобных за счёт полового размножения, которое происходит путём слияния половых клеток внутри женского организма. В результате будущий ребёнок вместе с генами получает от родителей определённую генетическую информацию, носителями которой являются хромосомы.

Половые клетки, которые образуются в половых железах, содержат одинарный (n) набор хромосом, соматические клетки двойной ($2n$) набор хромосом. Половые хромосомы у женщин носят название X-хромосомы, а у мужчин — Y-хромосомы.

Человек, в отличие от животных, готов к размножению постоянно: с момента полового созревания и до старости. Для того чтобы планировать рождаемость, люди прибегают к контрацепции.

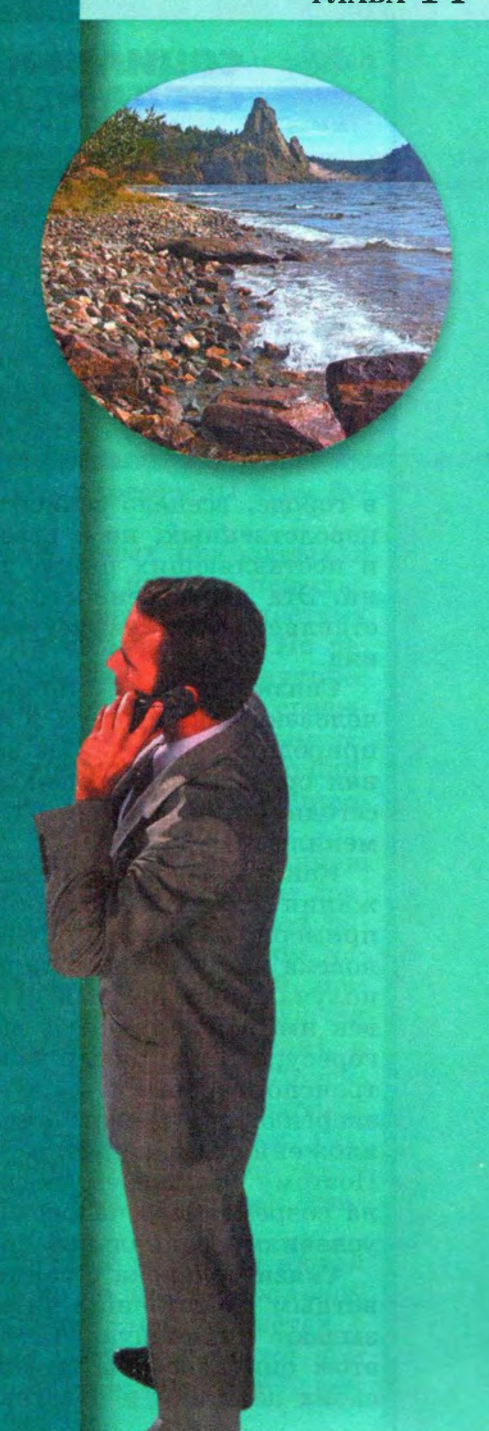
Беременность — это состояние женщины, в организме которой развивается будущий ребёнок. Беременность начинается после оплодотворения яйцеклетки сперматозоидом, а заканчивается рождением ребёнка. Первый признак беременности — прекращение регулярной менструации. Нормальная беременность у женщины продолжается 280 суток.

Период развития зародыша человека внутри материнского организма называют внутриутробным или эмбриональным. Всё время внутриутробного развития плод через плаценту и пуповину получает из крови матери питание, кислород, гормоны и др., в обратном направлении — из плода в организм матери — проходят продукты обмена, предназначенные для выделения. Период внутриутробного развития заканчивается родами.

После рождения на свет человек проходит несколько важных этапов своего развития, характеризующихся определёнными анатомическими, физиологическими и психическими изменениями, на протекание которых значительное влияние оказывают не только полученная по наследству генетическая информация, но и условия как природной, так и социальной среды.

Различают новорождённость, грудной, ясельный, дошкольный и школьный периоды развития ребенка. В подростковом возрасте (11—13 лет) происходит половое созревание.

Человек и окружающая среда



Биологическая природа человека проявляется в стремлении сохранить свою жизнь и продолжить её во времени и пространстве через размножение, обеспечив максимальную безопасность и комфорт. Всё это достигается через постоянные взаимодействия человечества со средой обитания.

ВЫ УЗНАЕТЕ

— об адаптации человека к природной и социальной среде;
— о правилах поведения в окружающей среде, в опасных и чрезвычайных ситуациях как основе безопасности собственной жизни.

ВЫ НАУЧИТЕСЬ

— характеризовать особенности природного и социального окружения человека;
— характеризовать зависимость здоровья человека от состояния окружающей среды;
— проводить анализ и оценку влияния факторов окружающей среды, факторов риска на здоровье человека.

§ 58. Социальная и природная среда человека

ВСПОМНИТЕ

1. Что представляет собой человек как биологический вид?
2. Как повлияла социальная среда на эволюцию человека?
3. Каким видам животных свойственны некоторые формы социального поведения?

Сходство человека с другими видами объясняется его биологическим происхождением, принадлежностью к миру живой природы, где действуют биологические законы. А его отличия от них определяются принадлежностью именно к человеческому обществу, где действуют законы общественные, социальные. При этом существование каждого человека, особенно в городе, всецело зависит от неисчислимого множества не только неродственных, но и совсем незнакомых ему людей, добывающих и поставляющих пищу, тепло, одежду, всё необходимое для жизни. Эта двойственность присуща только человеку, который представляет собой единственный на нашей планете **биосоциальный вид.**

Связи человека с природной средой. Специфика среды обитания человека заключается в сложнейшем переплетении социальных и природных условий. На заре человеческой истории именно природная среда играла решающую роль в эволюции человека, но и на сегодняшний день его биологическая сущность практически не изменилась.

Как и в глубокой древности, современному человеку для поддержания жизнедеятельности требуется физиологическая норма — примерно 2500 ккал в сутки. Естественно, что древние предки человека на добывание пищи не могли тратить больше энергии, чем получали, поедая добычу. В производство современной пищи человек имеет возможность вкладывать мощные дополнительные энергоресурсы, например топливо для машинной обработки почвы, транспортировки и переработки сельскохозяйственной продукции, энергию для производства удобрений и т. д. Эти энергетические вложения многократно превосходят мускульную силу человека. Поэтому мы можем сказать, что воздействие природных условий на современного человека в значительной степени нейтрализуется условиями социальной среды.

Связи человека с социальной средой. Всем без исключения животным свойственны внутривидовые взаимодействия, которые называют индивидуальными или даже социальными связями. При этом они способны обмениваться информацией для согласования своих действий и ответных реакций на проявление факторов сре-

ды. Но важно подчеркнуть, что для подавляющего большинства видов такого рода прямые контакты между особями жизненно значимы только в определённые периоды жизни (размножение, миграции, поиск пищи, обнаружение опасности, защита от врагов, строительство убежищ и т. п.). Используемые ими сигналы, как правило, конкретны (предупреждение об опасности, сообщение о пище, обращение к половому партнёру или потомству и т. п.) и передаются на ограниченную дистанцию в течение ограниченного времени. Накопление такой информации, её прямая передача и непосредственное использование вторыми и последующими поколениями невозможны.

Уровень развития информационных связей в человеческом обществе качественно иной. Они насыщены сигналами любой сложности, которые не только способны единовременно охватить всё ныне живущее человечество, но и могут быть адресованы всем будущим поколениям.

Адаптация человека к среде обитания. В новых природных и социальных условиях человек в настоящее время нередко испытывает влияние весьма необычных, а иногда чрезмерных и жёстких факторов среды, к которым эволюционно он ещё не готов. Но человек, как и другие виды живых организмов, способен адаптироваться, то есть приспосабливаться к условиям окружающей среды. **Адаптацию** человека к новым природным и производственным условиям можно охарактеризовать как совокупность социально-биологических свойств и особенностей, необходимых для устойчивого существования организма в конкретной среде.

Жизнь каждого человека можно рассматривать как постоянную адаптацию, но наши способности к этому имеют определённые границы. Существуют различные виды адаптаций. Например, под *физиологической адаптацией* понимают достижение человеком устойчивого уровня функционирования организма и его частей, при котором возможна длительная активная деятельность (включая трудовую активность в изменённых условиях существования), а также способность к воспроизведению здорового потомства. Другими словами, физиологическая адаптация направлена на сохранение относительного постоянства внутренней среды организма. Она повышает устойчивость организма к холоду, теплу, недостатку кислорода, изменениям барометрического давления и другим факторам.

Способность адаптироваться к новым условиям у разных людей неодинакова, в связи с этим можно говорить об *индивидуальной адаптации*. Так, у одних людей при дальних авиаперелётах с быстрым пересечением нескольких часовых поясов, а также при сменной работе возникают такие неблагоприятные симптомы, как

нарушение сна, ухудшение самочувствия и настроения, невротические расстройства, обостряются хронические заболевания, падает работоспособность. Другие же адаптируются быстро.

Учитывать адаптивные особенности важно при отборе людей для работы в новых климатогеографических условиях, на конвейере, для обеспечения надёжности и эффективности ночного труда, в частности в сфере критических профессий (лётчики, шофёры, машинисты, шахтёры).

Изучение адаптивных возможностей человека и разработка соответствующих рекомендаций имеют в настоящее время важное практическое значение.

Адаптационные реакции также делят на *неспецифические* (общие), происходящие под влиянием практически любого достаточно сильного или длительного стимула и сопровождающиеся однотипными изменениями функций организма (систем и органов) в ответ на различные по характеру воздействия, и *специфические* (частные), проявляющиеся в зависимости от характера и свойств воздействующих условий. Неспецифический ответ организма на любое интенсивное воздействие на него **Ганс Селье** назвал *стрессом*, а вызывающий его фактор — *стрессором*. По Селье, общий *адаптационный синдром* как ответная реакция на стрессор включает в себя усиление деятельности гипоталамуса, гипофиза с увеличением продукции адренокортикотропного гормона (АКТГ), гипертрофию коры надпочечников, атрофию вилочковой железы, изъязвление слизистой оболочки желудка. В дальнейшем были доказаны участие в стрессорной реакции практически всего организма и ведущая роль центральной нервной системы.

В развитии большинства адаптаций прослеживается два этапа: начальный — *срочная адаптация* и последующий — *долговременная адаптация*. Срочная адаптационная реакция развивается сразу с началом действия стрессора на основе готовых физиологических механизмов, например увеличение теплопродукции в ответ на холодовое воздействие или повышение лёгочной вентиляции при недостатке кислорода во вдыхаемом воздухе и т. д. Она мобилизует функциональные резервы и часто в неполной мере обеспечивает адаптационный эффект. Долговременная адаптационная реакция развивается постепенно в результате длительного или многократного действия на организм факторов внешней среды. Эта адаптация происходит на основе многократной срочной адаптации. В итоге накопления структурных и функциональных изменений организм приобретает новое качество — из неадаптированного превращается в адаптированный. Именно такой переход от срочной адаптации к долговременной делает возможной стабильную жизнь организма в новых условиях.

Адаптивные типы человека. Среди людей можно выделить два крайних адаптивных типа. Первый из них — *спринтер*, характеризующийся высокой устойчивостью к воздействию кратковременных экстремальных факторов и плохой переносимостью длительных нагрузок. Второй тип — *стайер*, отличающийся высокой способностью переносить длительные монотонные нагрузки. Исследования показали, что в северных регионах страны среди населения преобладают люди типа стайер.

Напряжение и утомление. В настоящее время значительная часть болезней человека связана с ухудшением качества нашей среды обитания: загрязнением атмосферы, воды и почвы; недоброкачественностью продуктов питания; возрастанием шума. Находясь в неблагоприятных условиях среды, организм человека испытывает состояние напряжения и последующего утомления.

Напряжение — мобилизация всех механизмов, обеспечивающих определённую деятельность организма человека. В зависимости от величины нагрузки, степени подготовки организма, его функционально-структурных и энергетических ресурсов снижается возможность функционирования организма на заданном уровне, то есть наступает **утомление.**

При утомлении здорового человека происходит перераспределение возможных резервных функций организма, и после отдыха вновь появляются силы. Люди способны переносить самые суровые природные условия в течение относительно продолжительного времени. Однако человек, не привыкший к этим условиям, попадающий в них впервые, оказывается в значительно меньшей степени приспособленным к жизни в незнакомой среде, чем её постоянные обитатели.

1. В чём заключается биологическая природа человека?
2. Почему человек считается биосоциальным видом?
3. Что такое адаптация?
4. Какое значение имеет адаптация в жизни человека?

Био-социальный вид. Адаптация. Напряжение. Утомление.

ПОДУМАЙТЕ! Почему мы можем утверждать, что влияние человека на среду обитания несоизмеримо по своей мощи и скорости её нарастания с влиянием на неё других живых организмов?

§ 59. ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

ВСПОМНИТЕ

Что такое здоровье?

Согласно самому всеобъемлющему определению Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), **здоровье** — это состояние полного физического, душевного и социального благополучия. Установлено, что здоровье людей только на 20—25% зависит от индивидуальных генетических факторов, а на 75—80% — от природно-социальных и экономических условий существования (образа жизни, состояния среды, уровня здравоохранения и т. п.).

Нарушения здоровья часто вызываются попаданием в организм чуждых его нормальному метаболизму химических веществ и соединений в объёмах, превышающих защитные возможности иммунной системы. Пути поступления таких веществ в организм человека различны. В одних случаях они могут мало зависеть от конкретного человека, например влияние искусственной радиации. В других случаях какая-то часть вредных веществ, болезнетворных бактерий или вирусов попадает в организм из-за несоблюдения санитарно-гигиенических норм или случайно. Это и отравления, вызванные некачественными продуктами, ядовитыми грибами, и потребление некачественной воды, а также пренебрежение требованиями гигиены. Всё это может привести к тяжёлым инфекционным и венерическим заболеваниям (амёбиазу, гепатиту, хламидиозу, СПИДу и др.).

Ряд особо опасных веществ вводится в организм намеренно, ради получения кратковременного удовольствия при курении, приёме алкоголя, наркотиков. Такие вещества особо опасны появлением стойкой зависимости от них организма, тяжело поддающейся лечению. Такая зависимость в случае раннего появления приводит не только к возникновению неизлечимых болезней, но и к потере социального статуса. На первом месте здесь, конечно, стоит алкоголизм. А регулярное употребление наркотиков сразу же формирует непреодолимую потребность (манию) получения всё новых и новых доз, быстро приводит к полной деградации организма и неизбежной смерти в скором времени.

Очевидно, что влияния окружающей среды, улучшающие или, напротив, ухудшающие здоровье человека, в значительной мере могут быть сознательно скорректированы человечеством в целом. Но для этого необходима сила воли, а также знание и соблюдение правил поведения в окружающей среде, особенно в опасных и чрезвычайных ситуациях.

Поведение человека в опасных и чрезвычайных ситуациях. В повседневной жизни или в чрезвычайных ситуациях человеку приходится преодолевать опасности, угрожающие его жизни, что вызывает **страх**, то есть кратковременный или длительный эмоциональный процесс, порождаемый действительной или мнимой опасностью, сигнал тревоги. Обычно страх вызывает у человека неприятные ощущения, но при этом он может являться и сигналом к защите, так как главная цель, стоящая перед человеком, — остаться живым. Однако следует учитывать, что ответом на страх наиболее часто являются необдуманные или бессознательные действия человека.

Наибольшую опасность для человека представляют факторы, которые могут вызвать его гибель в результате различных агрессивных воздействий со стороны окружающей среды, имеющих физическую, химическую, биологическую или социальную природу. Все они требуют различных способов защиты человека или группы людей, то есть индивидуальных и коллективных способов защиты.

Под групповым поведением людей в чрезвычайных ситуациях понимают поведение большинства из них, входящих в группу и оказавшихся перед лицом внезапного и опасного происшествия или угрозы такого происшествия, которые затрагивают интересы всех людей. Это сопряжено с реальными или потенциальными материальными потерями, человеческими жертвами и характеризуется заметной дезорганизацией общественного порядка. Такое поведение связано с одним и тем же внешним событием и зависит от таких эмоциональных факторов, которые связаны с групповым умонастроением, а не с индивидуальными свойствами психики человека. Об этом говорит статистика катастроф, судьбы пострадавших, действия спасателей и поведение окружающего населения, которое не пострадало от чрезвычайных ситуаций.

Поведение людей в экстремальных ситуациях делится на две категории. Случаи рационального, адаптивного поведения людей характеризуются спокойствием и выполнением мер защиты и взаимопомощи, организацией мероприятий, восстанавливающих нарушенный порядок жизни. Такое поведение является следствием точного выполнения инструкций и распоряжений лидеров (руководства). Следует помнить, что выполнение распоряжений и инструкций предупреждает распространение тревоги и беспокойства и вместе с тем не препятствует проявлению личной инициативы в области своей защиты.

Случаи, носящие негативный, патологический характер, отличаются отсутствием адаптации к обстановке, когда люди своим нерациональным поведением и опасными для окружающих действиями увеличивают число жертв и дезорганизуют общественный по-

рядок. При этом происходит либо проявление состояния общей заторможенности, когда масса людей становится растерянной и безынициативной, либо, наоборот, просто обезумевшей. Частным случаем проявления сильной тревоги является **паника**, когда страх перед опасностью овладевает человеком или группой людей. Обычно паника проявляется как дикое, беспорядочное бегство людей, руководимых страхом. Она может сопровождаться настоящим неистовством, особенно если на пути встречаются препятствия, преодоление которых обычно заканчивается большим количеством человеческих жертв.

Панические реакции могут наблюдаться и у группы людей в замкнутых помещениях с неизвестной планировкой, когда человек ощущает угрозу своей жизни. Многие в этих случаях считают, что спастись почти нельзя, мгновенно подвергаются чувству массового страха, особенно если в группе есть неуравновешенные люди, а таких может быть не более 2% от общего числа группы. Необходимо знать, что заранее принятые меры предосторожности не могут полностью гарантировать от возникновения паники, но могут её существенно уменьшить, поэтому принятие таких мер обязательно.

Моя лаборатория

Основное, что объединяет все чрезвычайные ситуации, в которые может попасть человек, — это забота о сохранении главного, что у него есть, — жизни. Не меньшее значение имеет и сохранение жизни другого человека, попавшего в подобную ситуацию. Зачастую многие несчастные случаи возникают не столько из-за тяжести повреждений, сколько из-за неадекватных или безграмотных действий оказавшихся рядом людей. Кто-то испугался или просто не захотел подойти к пострадавшему. Кто-то первым бросился на помощь, но в силу отсутствия достаточного опыта и знаний не смог оказать грамотную помощь.

Стоит запомнить несколько основных правил, которые могут помочь пострадавшему до прибытия профессиональной медицинской помощи.

1. Самое главное — не суетитесь и не создавайте своими распоряжениями сутолоки вокруг пострадавшего. Глубоко вдохните и вспомните последовательность действий при данной экстренной ситуации. Непродуманные и спонтанные поступки обречены на непоправимые последствия.

2. Ни в коем случае не тратьте время на выяснение обстоятельств случившегося, а также на вызов «скорой помощи». Пусть это сделают ваши помощники, которых вы сможете найти, если будете отдавать чёткие и уверенные команды. Только в этом случае можно взять ситуацию под контроль!

3. Прежде чем начинать действовать, обязательно оцените состояние пострадавшего, особенно если он находится без сознания. Для этого проверьте наличие пульса на сонной артерии.

4. Если пульс есть, не оставляйте человека в положении лёжа на спине, так как в подавляющем большинстве случаев пострадавшие погибают от удушения собственным языком. Поэтому человека необходимо перевернуть на живот и постараться освободить его дыхательные пути. Недопустимо поворачивать только голову, так как у пострадавшего может быть повреждён позвоночный столб в любом из его отделов.

5. Если пульса нет, то необходимо нанести удар кулаком по грудине. Удар позволяет механически сотрясти остановившееся сердце и в большинстве случаев заставляет его вновь сокращаться. Если удар по грудине нанесён в течение 1—2 минут после остановки сердца, то его эффективность составляет 70—80%. Помните: если удар будет нанесён человеку, сердцебиение у которого сохранено, то он может его убить! Если удар не помог и пульс на сонной артерии не появился, следует срочно приступить к комплексу сердечно-лёгочной реанимации, который состоит из непрямого массажа сердца и искусственного дыхания.

6. Даже если вы остались один на один с пострадавшим — не отчаивайтесь! Действуйте по правилам. Главное, что вы сделаете, — дадите пострадавшему шанс дождаться спасательных служб!

1. От чего зависит здоровье человека?
2. В чём выражается влияние природной и социальной среды на здоровье человека?
3. Что такое загрязнители среды?

@ Охарактеризуйте правила поведения человека в опасных и чрезвычайных ситуациях.



Здоровье. Страх. Паника.

ПОДУМАЙТЕ! Что является основной причиной ухудшения состояния окружающей среды, остро влияющей на здоровье человека?

ВЫВОДЫ К ГЛАВЕ 14

Специфика среды обитания человека заключается в сложнейшем переплетении социальных и природных условий. Воздействие природных условий на современного человека в значительной степени нейтрализуется условиями социальной среды.

Уровень развития информационных связей в человеческом обществе очень высок, так как насыщен сигналами любой сложности, которые не только способны единовременно охватить всё ныне живущее человечество, но и могут быть адресованы всем будущим поколениям.

Адаптацию человека к новым природным и производственным условиям можно охарактеризовать как совокупность социально-биологических свойств и особенностей, необходимых для устойчивого существования организма в конкретной среде, но наши способности к этому имеют определённые границы. Способность адаптироваться к новым условиям у разных людей неодинакова. Изучение адаптивных возможностей человека и разработка соответствующих рекомендаций имеют важное практическое значение.

Значительная часть болезней человека связана с ухудшением качества нашей среды обитания: загрязнениями атмосферы, воды и почвы, недоброкачественностью продуктов питания, возрастанием шума. Находясь в неблагоприятных условиях среды, организм человека испытывает состояние напряжения и последующего утомления.

Нарушения здоровья часто вызываются попаданием в организм чуждых нормальному метаболизму химических веществ и соединений в объёмах, превышающих защитные возможности иммунной системы, в том числе загрязнителей среды. Пути поступления таких веществ в организм человека различны. Во многих случаях они могут мало зависеть от конкретного человека, но влияния окружающей среды, улучшающие или, напротив, ухудшающие здоровье человека, в значительной мере могут быть сознательно скорректированы человечеством в целом.

Только на основе глубокого и всестороннего понимания связей человечества и природы возможно разумное регулирование этих взаимоотношений, что необходимо для того, чтобы гарантировать существование человечества в будущем.

Предметный указатель





ОГЛАВЛЕНИЕ

Учебное издание

Серия «Академический школьный учебник»

Пасечник Владимир Васильевич
Каменский Андрей Александрович
Швецов Глеб Геннадьевич

БИОЛОГИЯ

8 класс

Учебник для общеобразовательных учреждений

Зав. редакцией *Е. К. Липкина*
Редактор *З. Г. Гапонюк*
Оператор *Е. Н. Великанова*
Художники *С. И. Кравцова, Н. А. Парцевская*
Обложка *О. Г. Иванова*
Художественный редактор *Е. А. Михайлова*
Техническое редактирование и компьютерная вёрстка *Н. А. Разворотневой*
Корректоры *Л. А. Ермолина, Г. Н. Смирнова, И. В. Чернова*

Налоговая льгота — Общероссийский классификатор продукции ОК 005-93 — 953000. Изд. лиц. Серия ИД № 05824 от 12.09.01. Подписано в печать 03.11.09. Формат $70 \times 90^1/_{16}$. Бумага офсетная. Гарнитура SchoolBookCSanPin. Печать офсетная. Уч.-изд. л. 16,69. Тираж 10 000 экз. Заказ № 23964 (П-См).

Открытое акционерное общество «Издательство «Просвещение». 127521, Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41.

ОАО «Смоленский полиграфический комбинат». 214020, г. Смоленск, ул. Смольянинова, 1.

УДК 373.167.1:57
ББК 28.0я72
П19

Учебник получил положительное заключение Российской академии наук (№10106-5215/5 от 09.07.09) и Российской академии образования (№ 01-5/7д-79 от 10.07.09) в 2009 году.

Серия «Академический школьный учебник» основана в 2005 году
Серия «Линия жизни» основана в 2005 году

Проект «Российская академия наук, Российская академия образования, издательство «Просвещение» — российской школе».

Руководители проекта:
вице-президент РАН акад. ***В. В. Козлов***,
президент РАО акад. ***Н. Д. Никандров***,
генеральный директор издательства «Просвещение»
чл.-корр. РАО ***А. М. Кондаков***

Научные редакторы серии:
акад.-секретарь РАО, д-р пед. наук ***А. А. Кузнецов***,
акад. РАО, д-р пед. наук ***М. В. Рыжаков***,
д-р экон. наук ***С. В. Сидоренко***

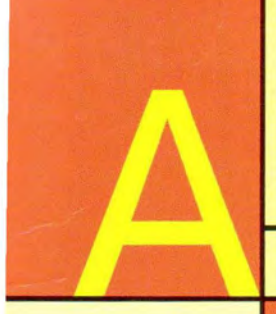
Авторы: д-р пед. наук **В. В. Пасечник**, д-р биол. наук **А. А. Каменский**, канд. пед. наук **Г. Г. Швецов**

Креативный редактор
серии учебно-методических комплектов «Линия жизни»
канд. пед. наук **З. Г. Гапонюк**

Пасечник В. В.
П19 Биология. 8 класс : учеб. для общеобразоват. учреждений / В. В. Пасечник, А. А. Каменский, Г. Г. Швецов ; под ред. В. В. Пасечника ; Рос. акад. наук, Рос. акад. образования, изд-во «Просвещение». — М. : Просвещение, 2010. — 255 с.: ил. — (Академический школьный учебник) (Линия жизни). — ISBN 978-5-09-018548-6.

УДК 373.167.1:57
ББК 28.0я72

ISBN 978-5-09-018548-6



Российская академия наук
Российская академия образования
Издательство «Просвещение»

Академический школьный учебник

ЛИНИЯ ЖИЗНИ



ПРОСВЕЩЕНИЕ
ИЗДАТЕЛЬСТВО